



TEXTILIE ZABEZPEČUJÍCÍ OCHRANU PROTI ELEKTROMAGNETICKÉMU SMOGU

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil

Studijní obor: 3107R013 – Management obchodu s oděvy

Autor práce: **Veronika Jobbová**

Vedoucí práce: Ing. Viera Glombíková, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering



TEXTILES PROVIDING A PROTECTION AGAINST AN ELECTROMAGNETIC SMOG

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil
Study branch: 3107R013 – Management obchodu s oděvy
Author: **Veronika Jobbová**
Supervisor: Ing. Viera Glombíková, Ph.D..



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Veronika Jobbová**
Osobní číslo: **T11000383**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Management obchodu s oděvy**
Název tématu: **Textilie zabezpečující ochranu proti elektromagnetickému smogu**
Zadávající katedra: **Katedra oděvnictví**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Průzkum trhu bytových a oděvních materiálů zabezpečujících ochranu proti elektromagnetickému smogu.
2. Rešerše zaměřená na způsoby zajištění ochrany proti elektromagnetickému smogu na textilních strukturách, vliv této ochrany na užitné a zpracovatelské vlastnosti těchto materiálů a možnosti testování pohlcování elektrosmogu textilními strukturami.
3. Experiment zaměřený na testování vybraných užitných vlastností textilií zabezpečujících ochranu proti elektro smogu.
4. Vyhodnocení experimentu a formulace doporučení pro optimalizaci těchto materiálů.

Rozsah grafických prací: dle rozsahu dokumentace

Rozsah pracovní zprávy: cca 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Ortlek, H. G. et al., Investigation of electromagnetic shielding and comfort properties of single jersey fabrics knitted from hybrid yarns containing metal wire, Tekstil ve Konfeksiyon, Vol.2, 2012, pp.90-101
- Song, G., Improving Comfort in Clothing, Woodhead Publishing in textiles, 2011
- Platné normy ČSN ISO EN
- Odborné a vědecké časopisy

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Viera Glombíková, Ph.D.
Katedra oděvnictví

Datum zadání bakalářské práce: 2. listopadu 2013

Termín odevzdání bakalářské práce: 19. května 2014


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 2. listopadu 2013

Technická univerzita v Liberci
Doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
Katedra oděvnictví, FT
Studentská 2
461 17 Liberec

ŽÁDOST

Žádám o prodloužení termínu odevzdání diplomové (bakalářské) práce do: **leden 2015**

Název diplomové (bakalářské) práce: **Textilie zabezpečující ochranu proti
elektromagnetickému smogu**

Jméno vedoucího diplomové (bakalářské) práce: **Ing. Viera Glombíková, Ph.D.**

Jméno, příjmení a adresa žadatele: **Veronika Jobbová, Kornela Mahra 6, 917 08 Trnava,
Slovenská republika**

Podpis žadatele:



Datum podání žádosti: 15. 04. 2014

Vyjádření vedoucího práce:

Souhlasím



Vyjádření vedoucího katedry:

Souhlasím



23/IV/2014

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ
Katedra oděvnictví

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

PodĎakovanie

Týmto by som rada poďakovala vedúcej svojej bakalárskej práce Ing. Viere Glombíkovej PhD. za odborné vedenie, ochotný prístup k mojej práci, poskytnutie cenných rád a pripomienok a všetok čas, ktorý mi venovala.

Taktiež by som chcela poďakovať Ing. Veronike Šafářovej PhD. z katedry Materiálového inžinierstva za konzultácie a ochotný prístup, poskytnutie cenných rád a doporučení ohľadom praktickej časti.

Ďalej by som chcela poďakovať Mgr. Romanovi Muselíkovi za dodaný a poskytnutý materiál.

V neposlednej rade by som chcela poďakovať svojej rodine, ktorá mi toto štúdium umožnila, svojmu priateľovi a jeho rodine za podporu.

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřená na studium textilií zabezpečujících ochranu proti elektromagnetickému smogu. V teoretické části je nejprve pojednáno o elektromagnetickém smogu, jeho základních jevech a veličinách, působení elektromagnetického záření na lidský organizmus a ochrana před elektromagnetickým smogem, která je zaměřená na stínicí textilie, elektrickou vodivost vláken, používané materiály a jejich vlastnosti. V další části je popsán průzkum trhu bytových a oděvných textilií zabezpečujících ochranu proti elektromagnetickému smogu. Dále je pojednáno o užitných a zpracovatelských vlastnostech zabezpečujících ochranu proti elektromagnetickému smogu.

V praktické části bylo provedené měření a vyhodnocení elektromagnetické účinnosti stínění před údržbou a po údržbě. Byli popsány měření a vyhodnocení třech vybraných užitných vlastností: splývavost, pevnost a tažnost, nehořlavost na závěsových tkaninách, zabezpečujících ochranu proti elektromagnetickému smogu.

Klíčové slova: elektromagnetický smog, elektrická vodivost, elektricky vodivá vlákna, kovová vlákna, účinnost stínění, užitkové vlastnosti.

Abstract

This bachelor's project is focused on study of textiles providing a protection against electromagnetic smog. In theoretical part we are talking about an electromagnetic smog in overall and it's basics phenomenons and variables, affection of electromagnetic radiation on a human organism and protection against this electromagnetic smog which is focused on a shielding textiles, conductivity of fibers, used materials and it's behaviors. In next part there is a described marketing of housing and clothing textiles providing a protection against an electromagnetic smog. In next part we discuss about a commercial and processing features of textiles providing a protection against an electromagnetic smog.

In the practical part we did measurement and evaluate electromagnetic efficiency of shielding before and after maintenance. We selected three utility properties: hang, strength and ductility, inflammability on the curtain fabrics, which makes protection against electromagnetic smog and described measurement and evaluate.

Key words: electromagnetic smog, electromagnetic conductivity, electrically conductive fibers, metal fibers, efficiency of shielding, utility properties

Použité skratky

tzv.	takzvané
atď.	a tak ďalej
obr.	obrázok
Mhz	Mega hertz
napr.	napríklad
E	elektrické pole [V.m^{-1}]
F	sila [N]
V	Volt
H	Intenzita magnetického poľa [A.m]
B	Hustota magnetického toku [T]
T	Tesla
t. j.	to jest
nm	nanometer
mm	milimeter
cm	centimeter
m	meter
SE	účinnosť tienenia [dB]
pm	pikometer
f	frekvencia [Hz]
H ₂ O	voda
°C	Stupeň Celzia
resp.	respektíve
EMC	elektromagnetická kompatibilita
EMI	elektromagnetická interferencia
EMS	elektromagnetická susceptibilita

ICNIRP	Medzinárodná komisia pre ochranu pred neionizujúcim žiarením
tab.	tabuľka
WHO	Svetová zdravotná organizácia
apod.	a podobne
K_s	Koeficient tienenia
NaOH	lieh sodný
PAN	polyakrylonitril
PA	polyacetylen
PANI	polyanilin
PTh	polythiopen
PPy	polypyrrol
VF	vysoká frekvencia
g	gram
ČSN	česká norma
OOP	ochrana osobných prostriedkov
ASTM D	americká norma

Obsah

Úvod.....	14
1 Elektromagnetický smog a jeho zdroje, teoretické východiská.....	16
1.1 Elektromagnetický smog	16
1.2 Elektromagnetické pole	18
1.2.1 Elektrické pole	19
1.2.2 Magnetické pole	19
1.3 Elektromagnetické vlnenie	20
1.3.1 Elektromagnetické spektrum.....	21
2 Elektromagnetický smog a zdravie človeka	24
2.1 Účinky pôsobenia elektromagnetického žiarenia na ľudský organizmus	24
2.2 Elektromagnetická kompatibilita.....	25
2.2.1 Elektromagnetická kompatibilita technických systémov	26
2.2.2 Elektromagnetická kompatibilita biologických systémov	26
2.3 Medzinárodné smernice hygienických limitov.....	26
3 Ochrana pred elektromagnetickým smogom	30
3.1 Elektromagnetické tienenie	30
3.2 Princíp tienenia a základné charakteristiky	31
3.3 Tieniace textílie	33
3.4 Elektrická vodivosť vlákien.....	33
3.5 Používané materiály a ich vlastnosti	36
4 Prieskum trhu materiálov eliminujúcich elektromagnetický smog	41
4.1 Bytové textílie.....	41
4.1.1 Produkty z bytových textílii chrániacich proti elektromagnetickému smogu	42
4.2 Odevné textílie.....	45
4.2.1 Produkty z odevných textílii chrániacich proti elektromagnetickému smogu	46
4.3 Výrobcovia bytových a odevných textílii chrániacich proti elektromagnetickému smogu	48
5 Vlastnosti textílii zabezpečujúcich ochranu proti elektromagnetickému smogu a ich vplyv na štruktúru textílie.....	50
5.1 Úžitkové a spracovateľské vlastnosti pre textílie zabezpečujúce ochranu proti elektromagnetickému smogu	50
5.1.1 Splývavosť	51

5.1.2	Pevnosť a ťažnosť	51
5.1.3	Horľavosť	51
5.1.4	Hrúbka materiálu	52
5.2	Použitie kovov v textíliách, vplyv na ich vlastnosti a možnosti ochrany	52
5.3	Účinky elektromagnetického smogu na textilné štruktúry a vplyv ochrany na vlastnosti materiálov	53
5.3.1	Vplyv vodivých vlákien na štruktúru tkaniny	53
5.3.2	Vplyv kovových vlákien na počet vrstiev tkaniny	54
5.3.3	Vplyv kovových vlákien na pleteniny a tkaniny	55
5.3.4	Vplyv kovových vlákien na priemer vlákna	56
5.4	Spôsoby testovania účinnosti elektromagnetického tienenia	56
5.5	Údržba textílii	57
6	Experimentálna časť	58
6.1	Materiály použité pre experiment	58
6.2	Meranie účinnosti tienenia elektromagnetického smogu	65
6.3	Meranie vybraných úžitkových vlastností	70
6.3.1	Splývavosť	70
6.3.2	Pevnosť a ťažnosť	72
6.3.3	Horľavosť	81
	Záver	92
	Literatúra	96
	Zoznam obrázkov	99
	Zoznam grafov	100
	Zoznam tabuliek	101
	Prílohy	102

Úvod

Elektromagnetický smog je všade okolo nás. Dnes si nedokážeme predstaviť náš život bez množstva prístrojov, ktoré nám ho uľahčujú. Pri moderných elektrospotrebičoch a elektronických výrobkoch vnímame predovšetkým ich mieru užitočnosti a často zabúdame na to, že sú aj zdrojom škodlivého elektromagnetického žiarenia rôznych dĺžok. Ich nízkofrekvenčné magnetické a elektrické polia pôsobia na všetky naše bunky ako striedavý prúd.

Elektromagnetický smog sa hromadí v prízemných vrstvách do výšky jedného metra, a tak je náš organizmus neustále vystavený jeho negatívnym vplyvom. Aj preto čoraz viac, väčšina populácie trpí zdravotnými problémami. Mnohých trápia nepochopiteľné závrate, bolesti hlavy, bolesť očí a nespavosť.

V dnešnej dobe sa tejto téme začína venovať čoraz viac odborníkov. Ľudia začínajú vnímať okolo seba vplyv elektromagnetického smogu. Existuje rada výskumných štúdií, ktoré potvrdzujú negatívny vplyv elektromagnetických žiarení na organizmus človeka.

Preto je dôležité seba a svoje okolie chrániť pred nežiaducimi elektromagnetickými žiareniami. Niekedy nestačí len eliminovať zdroje elektromagnetického smogu z našej bezprostrednej blízkosti presunutím elektrospotrebičov do väčšej vzdialenosti od postele alebo pracovného miesta. Ale dobré je chrániť seba a svoje okolie proti týmto vplyvom textíliami, ktoré umožňujú eliminovať vplyv elektromagnetického žiarenia na náš organizmus a okolie.

Odev už od pradávna plní ochrannú, izolačnú a kultúrnu funkciu. Ochraňuje pokožku pred nepriaznivými vonkajšími vplyvmi z okolitého prostredia, umožňuje spôsob vyjadrenia spoločenského postavenia, poskytuje zmenu vzhľadu, komfort apod.. V dnešnej dobe sa jeho pôsobnosť neustále veľmi rozširuje.

Na zlepšenie odolnosti proti elektromagnetickému smogu je jedným z hlavných rozhodujúcich parametrov dôležitá elektrická vodivosť. Preto sa na tienenie elektromagnetického smogu využívajú textílie, ktoré sú elektricky vodivé. Tieto textílie môžeme označiť ako tieniace textílie, ktoré bránia prenikaniu elektromagnetických polí vo frekvenčných pásmach. Elektricky vodivé textílie sa používajú pre technické účely, ochranné odevné účely a dekoratívne účely.

Táto bakalárska práca je zameraná na spôsoby zaistenia ochrany proti elektromagnetickému smogu na textilných štruktúrach, vplyv tejto ochrany na úžitkové a spracovateľské vlastnosti týchto materiálov, možnosti testovania vybraných úžitkových vlastností na bytových závesových tkaninách, ktoré zabezpečujú ochranu proti elektromagnetickému smogu a nakoniec vyhodnotenie experimentu a odporúčanie optimálnych materiálov zabezpečujúcich ochranu proti elektromagnetickému smogu.

1 Elektromagnetický smog a jeho zdroje, teoretické východiská

V tejto kapitole sú definované javy elektromagnetický smog, elektromagnetické pole, elektrické pole, magnetické pole a ich vlastnosti, veličiny a jednotky, ktoré sa vyskytujú v ďalšom texte.

1.1 Elektromagnetický smog

Elektromagnetický smog je neionizujúce elektromagnetické žiarenie, ktoré sa prirodzene v prírode v produkovanej intenzite nevyskytuje. Výraz je odvodený zo slov: elektro a smog. Názov smog pochádza z anglického slovného spojenia „smoke“ (dym) a fog (hmla). Smog je chemická agresívna zmes pár, ktorá označuje chemické znečistenie atmosféry spôsobené ľudskou činnosťou. Znamená to, že atmosféra je obohatená o zložky, ktoré v nej sa normálne nenachádzajú a ktoré sú škodlivé pre zdravie. Škodlivé účinky elektromagnetického smogu trvajú len počas pôsobenia elektromagnetických vln. [1]

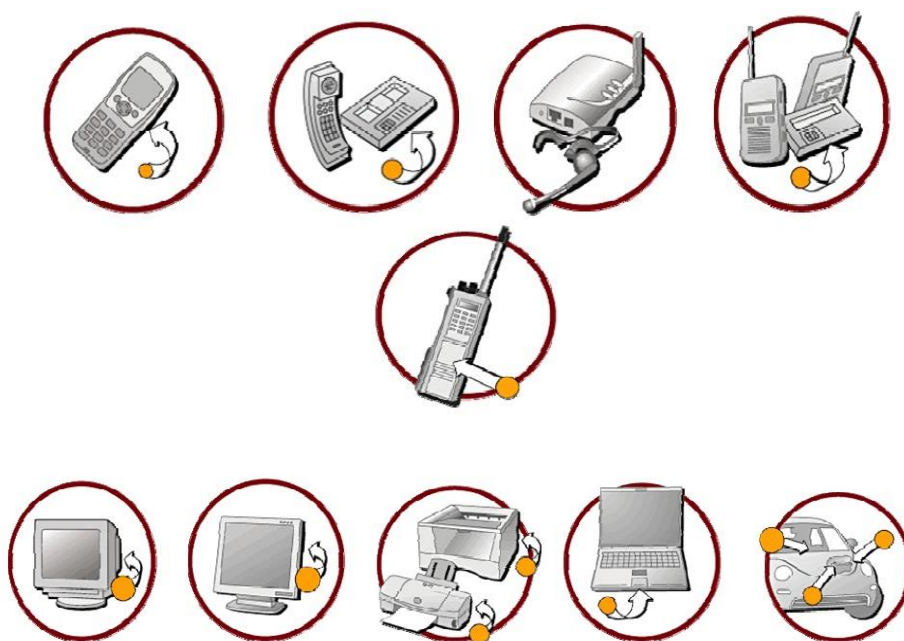
Elektromagnetický smog tvoria elektromagnetické polia a vlny, ktoré vznikajú technickou činnosťou človeka a vykazujú účinok na okolité prostredie. Tieto polia a vyžarovania sa vyskytujú všade tam, kde dochádza k prenosu elektrickej energie, k používaniu elektrických zariadení či elektromagnetických vln, k prenosu informácií (tzv. rádiové vlny). Nájdeme ich vo voľnej prírode a v budovách. Je možné ich merať a vyhodnocovať len s pomocou špeciálnych meracích zariadení. [2]

Zdrojom elektromagnetického smogu sú rôzne elektrotechnické zariadenia a prístroje, ktoré ľudia využívajú v mnohých oblastiach činnosti ako sú ekonomika, obchod, priemysel, energetika, doprava, veda a výskum, informatika, školstvo, umenie, kultúra, atď. [2]

Niektoré z nich sú uvedené na Obr. 1

- bezdrôtové spojenie (telefónne, telegrafné, rozhlasové, televízne)
- prenos statických obrazov rádiom (telefoto)
- zisťovanie a určovanie polôh rozličných predmetov a ich vzdialenosti (radar)
- diaľkové riadenia mechanizmov (rádiová telemetria)
- rádionavigácia
- rádioastronómia

- rádiometeorológia
- rádiospektroskopia
- vysokofrekvenčné priemyslové generátory
- dielektrický ohrev
- indukčný ohrev
- rozvodne elektrického prúdu
- vysokonapäťové vedenia
- nelineárne elektrické spotrebiče (zváracie zariadenia, oblúkové pece, výbojky)
- iskriace zariadenia všetkých druhov (spínacie kontakty, termostaty, stýkače)
- domáce spotrebiče (holiaci strojček, vítačka, mikrovlna rúra, televízor)
- monitory počítačov
- mobilné telefóny



Obr. č. 1: Zdroje elektromagnetického smogu [3]

Elektrosmog je možné rozdeliť do dvoch typov:

- nízkofrekvenčný elektrosmog do 1 MHz, napr.: vedenie vysokého napätia, vonkajšie elektrické rozvody, trafostanice, električky a železnice, domáce elektrické spotrebiče, domové a bytové rozvody...
- vysokofrekvenčný elektrosmog 1 MHz a viac, napr.: mobilné telefóny a základňové stanice, vysielačky, radary, mikrovlnné rúry, rozhlasové a televízne vysielače, WI-FI, Bluetooth... [2]

1.2 Elektromagnetické pole

Elektromagnetické pole existuje od vzniku vesmíru. Elektromagnetické pole vzniká prelínaním elektrického a magnetického poľa v živej aj neživej prírode. Rozlišujeme 2 druhy elektromagnetických polí a to prirodzené a umelé polia. Prirodzené existovalo vždy, umelé vytvorili ľudia rôznymi elektrickými prístrojmi. V dnešnej dobe je priestor, v ktorom žijeme naplnený oboma druhmi elektromagnetických polí v takej miere, že je veľmi ťažké utvoriť priestor bez nich. Zavedením a používaním rôznych zariadení generujúcich nízkofrekvenčné elektromagnetické pole stále väčšie počty profesionálnych pracovníkov, ale aj celé skupiny obyvateľov žijúcich v určitých oblastiach (napr. v blízkosti rozvodov vysokého napätia, televíznych a rozhlasových vysielačov vojenských radarov...) sú vystavené úrovniám elektromagnetického žiarenia, ktoré o niekoľko rádov prevyšujú prirodzené elektromagnetické pole. Umelo vytvárané polia jednoznačne súvisia s vynálezom a používaním elektrickej energie. S pretechnizovaním a sofistikovaním nášho života stúpa aj intenzita biologických a fyzikálnych vplyvov elektromagnetického žiarenia, takže človek je čoraz viac exponovaný účinkom umelých elektromagnetických polí rôznej intenzity. [3]

1.2.1 Elektrické pole

Elektrické pole je fyzikálne pole, v ktorom je väčšinou poľa (čiže veličinou priradenou každému bodu poľa) intenzita elektrického poľa E . V nejakom bode existuje magnetické pole, v tomto bode pôsobí na elektricky nabitú teleso sila F . [4]

Elektrické polia sú výsledkom napätia medzi dvoma elektrickými pólmi. Čím bližšie sú póly k sebe a vyššie napätie, tým silnejšie je elektrické pole vytvorené medzi nimi. Z toho vyplýva, že elektrické polia sú prítomné aj keď žiadny prúd netečie, čo znamená, že aj keď lampa alebo televízia sú vypnuté, ich elektrické pole má stále plný výkon. Každý kábel je potenciálnym zdrojom. Ochrana proti tomuto typu polí spočíva v umiestnení každého potenciálneho zdroja – spotrebiča, kábla do uzavretého elektricky vodivého uzemneného priestoru. [2]

Jednotkou intenzity elektrického pola je Volt na meter (V / m). [2]

Elektrické pole môže byť konštantné a striedavé. Konštantné sú najznámejšie ako statická elektrina počas búrky. Striedavé sú umelo vytvárané a majú rôzne frekvencie, napr.: bežné elektrické a vysokonapäťové rozvody 50/60 Hz. Striedavé elektrické polia sa už aj pri nízkych intenzitách šíria do okolia zariadenia a káblov a tým vzniká elektrosmog. [2]

1.2.2 Magnetické pole

Magnetické pole je fyzikálne pole, v ktorom sú veličinami poľa (čiže veličinami priradenými každému bodu poľa) intenzita magnetického poľa H a hustota magnetického toku B . V nejakom bode existuje elektromagnetické pole, ak v tomto bode pôsobí na pohybujúce sa elektrické náboje alebo magnety sila (F). [5]

Vznikajú v okolí magnetov alebo ak cez elektrický vodič preteká prúd. Čím väčší je prúd, širšie vodiče a viacero vrstiev umiestnených na seba, tým silnejšie magnetické pole vzniká v ich okolí. [2]

Jednotkou intenzity magnetického pola je Tesla (T). [2]

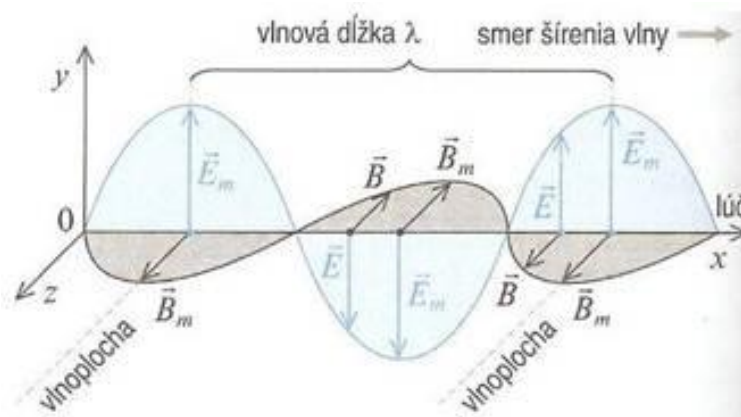
Magnetické polia môžu byť rovnako, ako elektrické polia konštantné a striedavé. Konštantné sú najznámejšie v okolí pevných magnetov (1-5T) a magnetiek (5-10mT).

Striedavé sú umelo vytvárané a majú rôzne frekvencie, napr.: transformátory 50/60 Hz.

Striedavé magnetické polia sa intenzívne šíria do okolia a znova vzniká elektrosmog. [2]

1.3 Elektromagnetické vlnenie

Elektromagnetické vlnenie má dve neoddeliteľné zložky a to elektrickú a magnetickú zložku. Elektrická a magnetická zložka sú vo vzájomnom vzťahu, ktorú definuje tzv. Maxwellova rovnica. Elektrickú zložku charakterizuje vektor elektrickej intenzity E . Magnetickú zložku charakterizuje vektor magnetickej indukcie B . Tieto vektory sú navzájom na seba kolmé, majú súhlasnú fázu a ich kmity prebiehajú kolmo k smeru, ktorým sa vlnenie šíri. [6]



Obr. č. 2: Elektromagnetická vlna [6]

Elektromagnetické pole má v podstate tvar elektromagnetickej vlny, ktorá sa šíri priestorom a prostredím. Šíri sa vo vákuu rýchlosťou $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$. Elektromagnetická vlna je charakterizovaná rýchlosťou šírenia, vlnovou dĺžkou (λ) a frekvenciou (f) a vyplýva zo vzťahu:

$$c = \lambda \cdot f \quad (1)$$

Elektromagnetické vlnenie môže vzniknúť dvomi spôsobmi:

- každá častica s nenulovým zrýchlením vyžaruje elektromagnetické vlny – napr. pri vysielaní televíznych a rádiových vln, pri žiarovke,
- druhý spôsob súvisí so zmenami vo vnútornej štruktúre jednotlivých atómov a molekúl. Dochádza k zmene pohybového stavu elektrónov v atóme a atóm vysiela elektromagnetické žiarenie. [7]

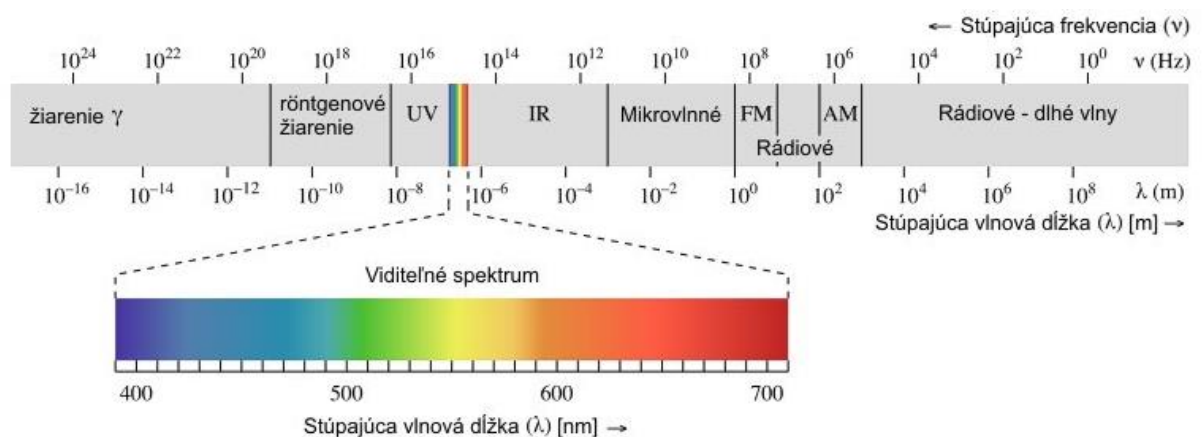
Elektromagnetické vlnenia, ktoré majú rôzne vlnové dĺžky, majú aj odlišné fyzikálne vlastnosti. Líšia sa hlavne svojou schopnosťou prechádzať rôznymi látkami, t.j. prenikavosťou.

Spoločnou vlastnosťou všetkých druhov elektromagnetického vlnenia je prenos energie. [7]

1.3.1 Elektromagnetické spektrum

Elektromagnetické žiarenie zahŕňa elektromagnetické spektrum. Elektromagnetické spektrum tvorí rozsah všetkých žiarení: gama žiarenie, röntgenové žiarenie, ultrafialové žiarenie, viditeľné žiarenie, infračervené žiarenie, mikrovlnné žiarenie a rádiové žiarenie.

Kvantá elektromagnetického žiarenia sa nazývajú fotóny. [8]



Obr. č. 3: Spektrum elektromagnetického žiarenia [8]

Elektromagnetické žiarenie sa delí na ionizujúce a neionizujúce žiarenie:

- neionizujúce žiarenie – elektromagnetický smog zahŕňa len zložku tohto typu žiarenia. Nedochádza k rozpadu molekúl a uvoľneniu iónov. Je opakom ionizujúceho žiarenia. Medzi toto žiarenie patrí ultrafialové žiarenie, infračervené žiarenie a viditeľné svetlo, mikrovlny a rádiové vlny.
- ionizujúce žiarenie – tieto typy žiarenia sa označujú ako rádioaktivita. Je to žiarenie, ktoré pri prechode fotónu hmotou vytvára elektricky nabitú časticu. Ak žiarenie dopadne na bunky živého organizmu, nastáva ionizácia DNA, t.j. jeho poškodenie. Zahrňuje röntgenové žiarenie a gama žiarenie. [9]

Hraničná dĺžka medzi ionizujúcim a neionizujúcim žiarením je 100 nm, čo zodpovedá frekvencii $3 \cdot 10^{15}$ Hz. Fotóny s nižšou vlnovou dĺžkou sú ionizujúce a fotóny s vyššou vlnovou dĺžkou sú neionizujúce. Táto hranica v elektromagnetickom spektre leží v oblasti ultrafialového žiarenia. [8]

Rádiové vlny – vlnová dĺžka je od jedného milimetru až po tisíce kilometrov. Vytvárajú sa pomocou elektronických zariadení – vysielateľov s anténou. Slúžia k prenosu zvukových, obrazových a ďalších informácií.

Mikrovlny – vlnová dĺžka je viac ako 1 mm a menšia ako 1 m. Pri požití látok s obsahom vody sa mení na tepelnú energiu a ich odraz od kovových predmetov je možné detekovať. Používajú sa napr. na satelitné prenosy, pre rádiové spojenie medzi pozemnými stanicami.

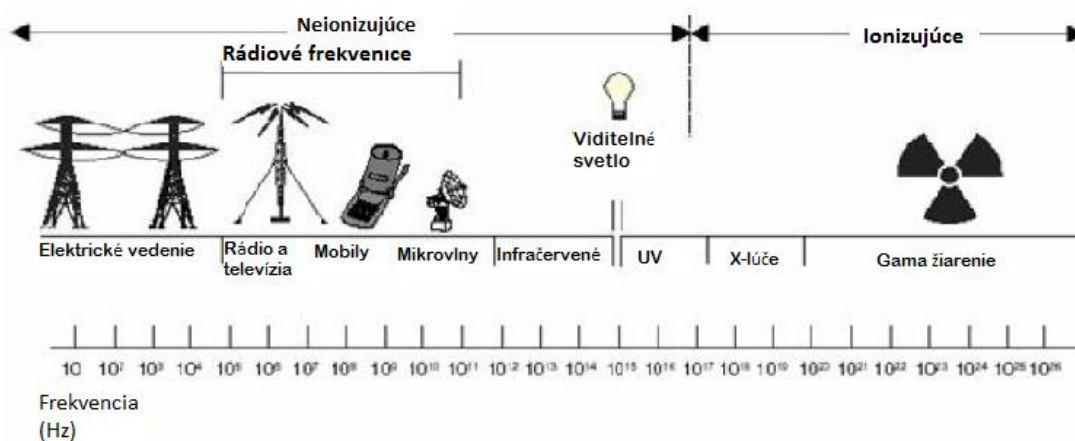
Infračervené žiarenie – vlnová dĺžka je 0,1 mm – 790 nm. Je vyžarované rozžeravenými telami. Je neviditeľné a človek ho vníma ako tepelné žiarenie tepelných zdrojov. Je súčasťou slnečného žiarenia.

Viditeľné svetlo – vlnová dĺžka je 790 nm – 390 nm. Človek ho môže vnímať priamo zrakom. Biele svetlo je možné rozložiť skleneným hranolom alebo optickou mriežkou podľa vlnových dĺžok na jednotlivé spektrálne farby. Viditeľné svetlo je zložkou slnečného žiarenia, ktoré dopadá na zemský povrch.

Ultrafialové žiarenie – vlnová dĺžka je 390 nm – 10 nm. Prírodným zdrojom ultrafialového žiarenia je slnko. Jeho väčšina je zadržaná zemskou atmosférou.

Röntgenové žiarenie – vlnová dĺžka je 10 nm – 1 pm. Fotóny röntgenového žiarenia majú veľkú energiu a preto vzniká u tohto žiarenia výrazná prenikavosť. Röntgenové žiarenie, ktoré prichádza z vesmíru zemská atmosféra neprepúšťa a chráni pred jeho účinkami.

Gama žiarenie – vlnová dĺžka je menšia ako 1 pm. Vyznačuje sa veľkou prenikavosťou a ionizačnými účinkami. Pre človeka je nebezpečné. [10]



Obr. č. 4: Ionizujúce a neionizujúce žiarenie [10]

2 Elektromagnetický smog a zdravie človeka

Dnešný človek sa dostáva počas svojho každodenného života do styku so zariadeniami, ktoré vysielajú rôzne vysokofrekvenčné elektromagnetické žiarenia. Elektromagnetické polia sú nepriaznivé k životu. V silných elektromagnetických poliach všetko živé umiera. Na ulici máme pri sebe mobilný telefón, doma niekoľko hodín denne pozeráme na televízor, jedlo zohrievame v mikrovlnnej rúre, v kancelárii sedíme za počítačom, perieme, varíme a upratujeme elektrickými prístrojmi. Na to, aby nám všetky tieto zariadenia boli stále k dispozícii je celý svet prepletený sieťou vedení vysokého napätia, vysielacími a zosilňovacími vežami.

Bolo prevedených niekoľko štúdií, zaoberajúcich sa pôsobením neionizujúceho žiarenia na ľudský organizmus. Niektoré preukázali negatívny vplyv, iné štúdiá ukázali, že elektromagnetické žiarenie nepôsobí na ľudský organizmus. Nie je teda možné presne určiť, či elektromagnetické žiarenie je alebo nie je škodlivé ľudský organizmus.

Je preukázané, že neionizujúce žiarenie má tepelné účinky na ľudský organizmus. Živé organizmy sú z veľkej časti zložené z vody (polárna molekula H_2O), kde relatívna permitivita je 80. Pri pôsobení striedavého elektrického poľa na molekulu vody dochádza k natočeniu v smere intenzity elektrického poľa jedným aj druhým smerom a tento jav sa označuje ako striedavá polarizácia. Ak rastie frekvencia, efektívna permitivita klesá, zdravotný uhol sa zvyšuje a energia elektrického poľa sa mení na teplo. Tak dochádza k ohrevu tkane s obsahom vody.

2.1 Účinky pôsobenia elektromagnetického žiarenia na ľudský organizmus

Účinky pôsobenia elektromagnetického žiarenia na ľudský organizmus sa delia do dvoch skupín:

- tepelné – závisia hlavne od frekvencie, s rastúcou frekvenciou nastáva zvyšovanie tepelných účinkov na ľudský organizmus. Intenzívne elektromagnetické žiarenie môže spôsobiť prehriatie ľudského tela a spôsobiť horúčku. Ak vlnenie prenikne do tela, mení sa na teplo. Dodržaním hraničných hodnôt sa dá vyhnúť týmto efektom. Pokiaľ nedôjde k ohratiu organizmu o viac ako $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ od mikrovln, mal by byť daný limit bezpečný pre organizmus. Na zvýšenie teploty je citlivá napr.

očná šošovka, ktorá sa ťažko zbavuje tepla a pomerne veľká záťaž vysokofrekvenčného žiarenia môže spôsobiť jej zákal.

- netepelné – súhrnné pôsobenie elektromagnetického žiarenia na ľudský organizmus po dlhšiu dobu resp. o vyšších frekvenciách môže vyvolať nešpecifické zdravotné problémy hlavne u ľudí so zvýšenou citlivosťou na elektromagnetický smog, detí, chorých a starých ľudí. Najčastejšie sa vyskytuje chronický syndróm únavy a zníženej imunity. Jeho prejavmi sú napr. silná únava, nevysvetliteľná horúčka, bolesti hlavy, poruchy spánku, zníženie koncentrácie, dráždivosť očí, hučanie v ušiach, zhoršovanie pamäti, ale aj poruchy srdcovej činnosti, zoslabenie imunitného systému a ďalšie. [11]

2.2 Elektromagnetická kompatibilita

Elektromagnetická kompatibilita EMC je schopnosť zariadenia, systému alebo prístroja vykazovať správnu činnosť v prostredí, v ktorom pôsobia iné zdroje elektromagnetických signálov (prírodné alebo umelé), a súčasne svojou vlastnou „elektromagnetickou činnosťou“ neovplyvňovať svoje okolie, t.j. neprodukovať signály, ktoré by boli neprístupne rušivé pre iné zariadenia. [12]

Elektromagnetická kompatibilita sa delí na dve zložky:

- Elektromagnetická interferencia EMI (rušenie) – prechádza všetkými oblasťami elektroniky od najjednoduchších až po najrozvinutejšie elektronické systémy. Tak, ako ich zložitosť narastá, tak rastú aj nároky na elektromagnetickú kompatibilitu, aby došlo k zabráneniu škodlivých vplyvov rušenia. Zariadenia a systémy (technické a biologické) by mali byť odolné voči pôsobeniu iných zariadení a pritom samy nemôžu nepriaznivo ovplyvňovať funkciu iných zariadení alebo systémov. Pritom každé zariadenie alebo systém môže byť súčasne vysielačom alebo prijímačom rušenia. Spoľahlivosť a elektromagnetická kompatibilita sú neoddeliteľnými požiadavkami na systém, ktorý by mal fungovať a to v každej dobe a za každých okolností. [12]
- Elektromagnetická susceptibilita EMS (odolnosť) – v praxi, kde citlivé elektronické zariadenia často pracujú so silným rušením, môžu mnohokrát vzniknúť ťažké situácie. Preto je dôležitá odolnosť proti rušeniu a úroveň rušenia

zariadení pre základný vyžarovaný kmitočet a vyššie harmonické kmitočty, ktoré väčšinou majú z hľadiska rušenia najväčší vplyv. [12]

Obmedzenie rušenia vyžarovaním alebo zvýšením odolnosti voči elektromagnetickým poliam nie je možné dosiahnuť bez použitia správneho elektromagnetického tienenia. [12]

2.2.1 Elektromagnetická kompatibilita technických systémov

Elektromagnetická kompatibilita technických systémov je schopnosť technických systémov správne pracovať pri pôsobení iných zdrojov elektromagnetického vlnenia. Napr. u riadiacich systémov rakiet, elektronicky riadeného systému v lietadle, k zníženiu rušenia rádiového spojenia, k zníženiu poškodenia telefónnych ústrední, faxov a telefónov pri búrke, k zamedzeniu havárii v zdravotníctve, kde dochádza k rušeniu lekárskeho vybavenia. [13]

2.2.2 Elektromagnetická kompatibilita biologických systémov

Elektromagnetická kompatibilita biologických systémov sa zaoberá pôsobením elektromagnetického pola na životné prostredie a dovolenými stupňami užitočných a rušivých signálov s ohľadom na pôsobenie na živé organizmy. Elektromagnetické vlny vstupujú do organizmu indukciou alebo absorpciou a to má tepelný alebo netepelný účinok. [13]

2.3 Medzinárodné smernice hygienických limitov

V hygienických smerniciach ICNIRP (Medzinárodná komisia pre ochranu pred neionizujúcim žiarením) je daný koeficient bezpečnosti pre expozície elektromagnetických polí u zamestnancov nižší ako pre ostatné osoby. Dôvodom je, že zamestnanci sú vo svojej profesii oboznámení s hygienou a bezpečnosťou práce a sú pod zdravotnou kontrolou (vstupné a periodické lekárske prehliadky). Na základe toho sú povinní používať predpísané ochranné pomôcky a dodržiavať bezpečnostné opatrenia. Ostatné osoby, pod ktoré spadajú všetky vekové kategórie, rozdielneho vzdelania a skúseností, ich zdravotný stav môže byť rôzny. Je to dané tým, že si neuvedomujú, že môžu byť vystavovaní účinkom elektromagnetického žiarenia a nie je možné od nich

očakávať žiadnu ochranu alebo bezpečnosť spojenú so zdravotnými rizikami. V tab. 1 sú uvedené hygienické limity expozícií a v tab. 2 sú uvedené charakteristické maximálne hodnoty expozícií pre ostatné osoby.

Zdroj	Európska sieťová konferencia		Frekvencia základných staníc mobilných telefónov		Frekvencia mikrovlnných rúr
Frekvencia	50 Hz	50 Hz	900 MHz	1,8 GHz	2,45 GHz
Sledované hodnoty	elektrické pole ($V \cdot m^{-1}$)	magnetické pole (μT)	výkonová hustota ($W \cdot m^{-2}$)	výkonová hustota ($W \cdot m^{-2}$)	výkonová hustota ($W \cdot m^{-2}$)
Limitné hodnoty expozícií ostatných osôb	5 000	100	4,5	9	10
Limitné hodnoty expozícií zamestnancov	10 000	500	22,5	45	–

Tab. 1: Hygienické limity expozícií [14]

Zdroj	Charakteristická maximálna expozícia ostatných osôb		
	elektrické pole ($V \cdot m^{-1}$)	magnetická indukcia (μT)	Výkonová hustota ($V \cdot m^{-2}$)
Prirodzené pole	200	70 (magnetické pole Zeme)	–
Sieťový prívod (domácnosti d'aleko od silových vedení)	100	0,2	–
Sieťový prívod (domácnosti pod silovým vedením)	10 000	20	–
Elektrické vlaky a električky	300	50	–
Obrazovky televízorov a počítačov	10	0,7	–
Televízne a rozhlasové vysieláče	–	–	0,1
Základné stanice mobilných telefónov	–	–	0,1
Radary	–	–	0,2
Mikrovlnné rúry	–	–	0,5

Tab. 2: Charakteristické maximálne hodnoty expozícií pre ostatné osoby [14]

Medzinárodné smernice hygienických limitov expozícií pre všetky elektromagnetické polia boli vytvorené Medzinárodnou komisiou pre ochranu proti neionizujúcemu žiareniu (ICNIRP), nevládnou organizáciou, ktorá je partnerom Svetovej zdravotnej organizácie (WHO) v medzinárodnom projekte EMF. Platí, že expozície elektromagnetických polí v stanovených hygienických limitoch nie sú príčinou žiadnych doposiaľ známych negatívnych zdravotných účinkov. Pretože je aplikovaný vysoký koeficient bezpečnosti. Aj pri krátkodobej expozícii elektromagnetického poľa s intenzitou, ktorá prevyšuje stanovený hygienický limit, by sa výsledný účinok ešte stále mal nachádzať v zdravotne bezpečnej oblasti. Veľmi dôležitá je väzba. Je ňou myslené vzájomné pôsobenie medzi

elektrickými a magnetickými poli a exponovanou osobou. Vázba závisí na velikosti a tvaru těla, typu tkane a orientácie těla vzhľadom k poli. Smernice ICNIRP vždy predpokladajú maximálnu väzbu poľa u exponovanej osoby, čím by malo dôjsť k minimálnemu riziku pri dodržovaní hygienických limitov. [14]

3 Ochrana pred elektromagnetickým smogom

V dnešnej dobe je každý človek či už v domácnostiach alebo na pracovisku vystavovaný expozícii elektromagnetického žiarenia. Je veľmi ťažké nájsť miesta, kde sú úrovně elektromagnetického smogu tak nízke, že môžu byť považované za prirodzené prírodné pozadie.

V domácnostiach sa vyskytuje veľké pôsobenie elektromagnetického žiarenia, napr. žiarenie z antén na mobilné siete, siete počítačov, moderny, satelitné antény prijímačov, domáce elektrospotrebiče, telefóny, alarmy a ďalšie výdobytky modernej doby. Obydlia bývajú často stavané aj na nevhodných miestach z nevhodných materiálov, nevhodným spôsobom. Za následok to má práve to, že sa v poslednom období začal rapídne zvyšovať elektromagnetický smog.

Preto je vhodné dostatočne chrániť seba, domácnosti a pracoviská pred týmito nežiaducimi vplyvmi. Škodlivé účinky je možné obmedziť priamou ochranou človeka a to závesmi, zástenami a pod.. Vhodné je použitie plošných textílii so zvýšenou odolnosťou voči elektromagnetickému žiareniu, ktoré splňujú aj požiadavky na textílie, ktoré sú určené pre odevné účely.

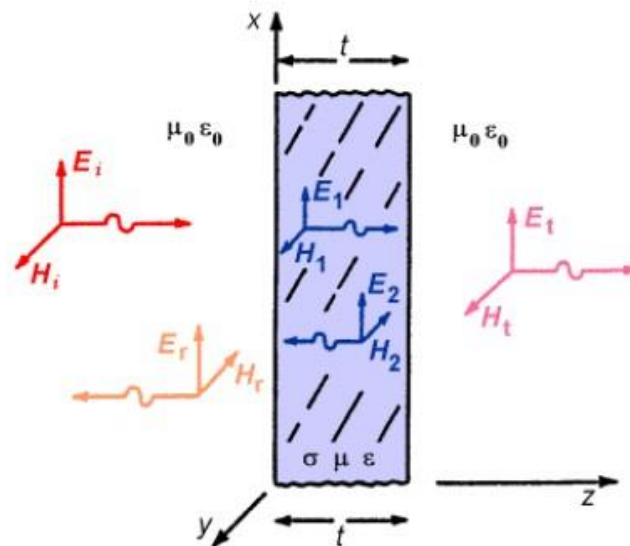
Jedným zo spôsobov eliminácie elektromagnetického smogu je elektromagnetické tienenie, ktoré umožňuje tienenie pomocou tieniacich textílii, ktoré sú prvkom elektromagnetickej kompatibility. Tieto textílie musia mať vysokú elektrickú vodivosť a preto najväčšiu efektivitu dosahujú tieniace kryty s použitím kovov.

3.1 Elektromagnetické tienenie

Elektromagnetické tienenie je konštrukčný prostriedok k zoslabeniu pola rušivých signálov vo vymedzenej časti priestoru. Technické prostriedky, ktorými sú dosiahnuté uvedené ciele sa nazývajú tieniace kryty alebo tienenie. Tieniacci materiál bráni prenikaniu elektromagnetického pola pracujúcim na veľmi širokom frekvenčnom pásme. [15]

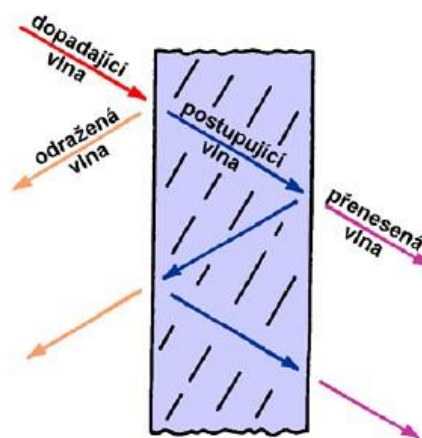
3.2 Princíp tienenia a základné charakteristiky

Princíp tienenia



Obr. č. 5: Kolmý dopad elektromagnetickej vlny na tieniacu prekážku [13]

Kolmé elektromagnetické vlny v smere osy z , dopadajú na tieniacu prekážku, sú odrážané a niektoré absorbované. Kolmá vlna je z hľadiska tienenia najhoršia, ľahšie preniká tieniacou prekážkou. Elektromagnetické vlny dopadajúce pod určitým uhlom sú v oblasti tienenia lepšie, pretože dochádza k ich ľahšiemu odrážaniu a prechod tieniacej prekážky je menší. [13]



Obr. č. 6: Odraz a prienik elektromagnetických vln pod rôznym uhlom tieniacou prekážkou [13]

Základné charakteristiky

Pôsobenie elektromagnetického tienenia je možné charakterizovať tzv. koeficientom tienenia K_s , ktorý je definovaný pomerom intenzity elektrického poľa E_t (alebo magnetického poľa H_t) v určitom bode tieniaceho priestoru k intenzite E_i (H_i) poľa dopadajúceho na tieniacu prekážku (alebo poľa v tom istom bode bez tieniacej steny). [16]

$$K_s = \frac{E_t}{E_i} = \frac{H_t}{H_i} \quad (2)$$

V praxi sa väčšinou využíva logaritmická miera tohto koeficientu, ktorá sa nazýva účinnosť tienenia. Jednotkou účinnosti tienenia je dB a je možné ju vyjadriť ako:

$$SE = 20 \log \frac{1}{|K_s|} = 20 \log \left| \frac{E_i}{E_t} \right| = 20 \log \left| \frac{H_i}{H_t} \right| \quad (3)$$

3.3 Tieniace textílie

Ako už bolo vyššie spomínané, elektromagnetické tienenie je jedným z najdôležitejších prostriedkov, ktorý eliminuje elektromagnetickú kompatibilitu. Tieniace textílie sú jedným zo spôsobov ochrany proti elektromagnetickému smogu. Materiály, ktoré slúžia na tvorbu elektromagnetického tienenia majú vysokú elektrickú vodivosť a najväčšiu efektivitu dosahujú tieniace materiály, ktoré obsahujú kovové vlákna. Môžu byť vo forme tkaniny, pleteniny alebo netkanej textílie. K výrobe takejto tkaniny je potrebná vodivá priadza, ktorú je možné použiť ako nekonečné vlákno alebo priadza vypradená zo staplových vlákien.

Účinok tieniacich textílií závisí na obsahu kovu, povrchovej a objemovej rezistivite, charakteru vodivého vlákna a na konštrukcii textílie, ktorá je daná faktormi: u pletenín veľkosť očiek, množstve kontaktných bodov nití, dostave (počet nití na 1 cm alebo 10 cm u útku a osnovy), väzbe textílií, hmotnostného podielu kovu na jednotku plochy.

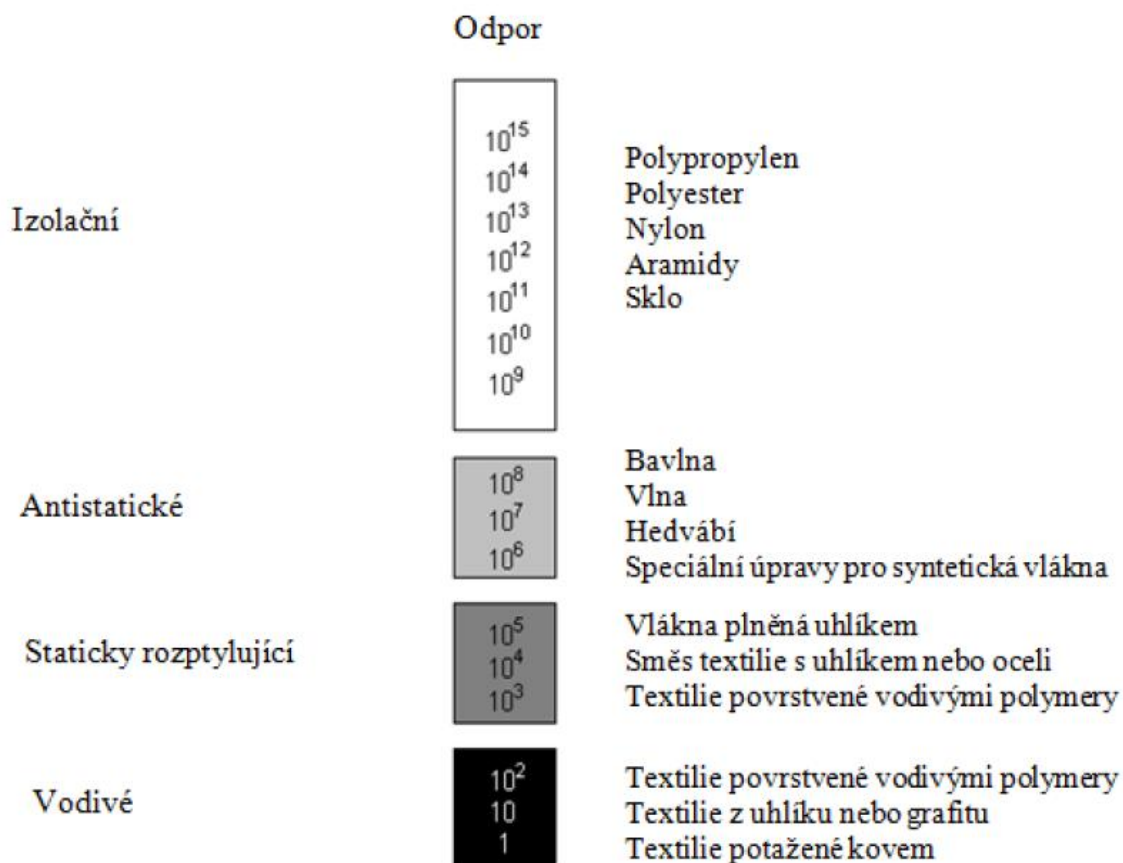
3.4 Elektrická vodivosť vlákien

Podľa vodivosti sa materiály rozdeľujú do troch skupín: vodiče, polovodiče a izolanty. Väčšina textilných vlákien patrí medzi izolanty, čo je spôsobené tým, že všetky elektróny sú viazané k jadru alebo sú v kovalentných väzbách. Elektrická vodivosť nie je úplne nulová, závisí na obsahu rôznych prísad a obsahu vlhkosti. Pre hydrofilné polyméry postačuje 1-% obsah vlhkosti, aby ich vodivosť vzrástla o 8 až 10 rádov.

Textilné vlákna dosahujú vysokých hodnôt špecifického elektrického odporu ρ . Jeho závislosť na obsahu vlhkosti sa používa pri meraní vlhkosti materiálu na textilnej báze. V tab. 3 sú uvedené hodnoty špecifického elektrického odporu ρ [Ωm] vybraných textilných vlákien. Na obr. č. 7 je zobrazené porovnanie povrchovej rezistivity plošných textílií, ktoré sú rôzneho materiálového zloženia. [17]

Textilné vlákna	CO	WO	LI	SE	CA	PA6	PA 6.6	PAN	PES	PP
$\ln(\rho)$	5,6	7,3	5,9	8,7	10,6	13	11	14	17	12,5

Tab. 3: Špecifický elektrický odpor pri 65 % relatívnej vlhkosti vzduchu a 20 °C teplote vzduchu [17]



Obr. č. 7: Povrchové rezistivity textilních vláken [17]

Základné veličiny

Elektrická vodivost' (konduktivita) G

Elektrická vodivost' (konduktivita) je fyzikálna veličina, ktorá udáva schopnosť materiálov viesť elektrický prúd. Je prevrátenou hodnotou elektrického odporu. Jednotkou elektrickej vodivosti je siemens [S].

$$G = \frac{I}{U} \quad (4)$$

G – elektrická vodivost' [S]

I – elektrický prúd [A]

U – elektrické napätie [V]

Elektrickú vodivosť vlákna σ_E udáva pomer medzi plošnou hustotou prúdu a intenzitou elektrického poľa.

$$\sigma_E = \frac{I \times l_v}{U \times S_v} = \frac{G \times l_v}{S_v} \quad [S.m^{-1}] \quad (5)$$

l_v - dĺžka vlákna [m]

S_v - plocha priečneho rezu [m²]

Špecifický elektrický odpor ρ [Ωm]

$$\rho = \frac{R \times S}{l} \quad (6)$$

R - elektrický odpor [Ω]

S - obsah prierezu [m²]

l - dĺžka vodiča [m]

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \quad (7)$$

Závislosť špecifického odporu na teplote ρ [Ωm]

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha \Delta t) \quad (8)$$

ρ_0 - počiatočná rezistivita [Ωm]

Δt - rozdiel teplôt

α - teplotný súčiniteľ elektrického odporu

Elektrický odpor (rezistencia) R [Ω]

Je odpor, ktorý bráni v priechode elektrického prúdu v elektrickom vodiči, na ktoré je privádzané elektrické napätie:

$$R = \frac{1}{G} \quad (9)$$

R - elektrický odpor [Ω]

G - elektrická vodivosť (konduktivita) [S]

Povrchová rezistivita ρ_s [Ω]

$$\rho_s = R_s \frac{O}{l} \quad (10)$$

R_s – povrchový odpor [Ω]

O – stredný obvod (dĺžka elektród)

l – vzdialenosť elektród

Objemová rezistivita ρ_v [Ωcm]

$$\rho_v = R_v \frac{S}{h} \quad (11)$$

R_v – vnútorný odpor [Ω]

S – plocha elektród [cm^2]

h – hrúbka textílie [cm]

3.5 Používané materiály a ich vlastnosti

K výrobe tieniacich textílii sa najčastejšie používajú zmesi štandardných vlákien ako je bavlna, polyester, polyamid, vodivé vlákna ako sú nehrdzavejúca oceľ, postriebrená meď. Ďalej vlákna, ktorých základom je polyester a polyamid a sú povrchovo upravené najčastejšie striebrom. Používajú sa aj uhlíkové vlákna, vlákna aditívované uhlíkom alebo vlákna pokryté soľami kovov, bikomponentné vlákna, vlákna z vodivých polymérov. Aby bolo docielené textilného charakteru je získané kovové vlákno s bavlnenou alebo inou priadzou.

Bavlna

Bavlna je vlákno prírodného pôvodu, získané z plodov kríka bavlníku. Bavlnené vlákno obsahuje celulózu, pektíny, bielkoviny, vosky, organické kyseliny, cukry a iné látky. Pre zlepšenie jej vlastností sa vykonáva mercerácia, ktorou sa zlepšuje sorpcia, raste pevnosť a lesk. Je to proces namáčania bavlny do koncentrovaného lúhu sodného (NaOH) za súčasného napínania a chladenia.[18]

Vlastnosti:

Pevnosť za sucha je 2 – 4 cN, za mokra 100 – 120 % pevnosti za sucha. Ťažnosť za sucha 6 – 10 %, ťažnosť za mokra 100 – 110 % ťažnosti za sucha.

Príjemný omak a pružnosť závisí na akosti bavlny. Zrelá bavlna má omak hutný a pružný. Znečistená bavlna je na omak drsná a tvrdá. Ak obsahuje veľké množstvo nezrelých, mŕtvych vlákien, je na omak mäkká, poddajná a bez pružnosti. [18]

Polyester

Polyesterové vlákna sú syntetické vlákna, ktorou základnou surovinou je ropa, z ktorej sa získava dimethyltereftalát a glykol. Polykondenzáciou oboch zlučenín potom vzniká polyethyltereftalát, ktorým sa priamo zvlákňuje alebo spracováva diskontinuálne: granulát – sušenie – tavenie – zvlákňovanie. [18]

Vlastnosti:

Teplota topenia 258°C, pevnosť 3,8 – 7,2 cN/dtex, ťažnosť 50 – 70 %, odolnosť v oderu, príjemný omak, vysoká odolnosť na svetle, nízka navlhavosť. [18]

PA 6

Základnou surovinou je fenol. Je vyrábaný metódou polymércecie, kedy sa zmes kaprolaktamu s H₂O zahrieva na 220 – 240 °C v internej atmosfére. Ďalej nasleduje zvlákňovanie. Tieto vlákna sa vyrábajú vo forme hodvábu alebo striže. [18]

Vlastnosti:

Pevnosť za sucha 3,6 – 7,5 cN/dtex, za mokra 80 – 90 % pevnosti za sucha, ťažnosť za sucha 23 – 55 %, teplota topenia je 220 °C, vysoká odolnosť v oderu. [18]

PA 6.6

Základnou surovinou je metanolvý roztok kyseliny adipovej hexametyléndiamin, ktorý je vyrábaný metódou polykondenzácie. Ďalej je zvlákňovanie. Vyrába sa formou hodvábu a striže. [18]

Vlastnosti:

Pevnosť za sucha 3,6 – 4,1 cN/dtex, ťažnosť za sucha 18 – 25 %, bod topenia je 256 °C a tým je pevnejší ako PA 6. [18]

Kovové vlákna

Kovové vlákna sú tenšie drôty vytážené z kovov alebo kovových zliatin. Sú to veľmi tenké vlákna s priemerom v rozmedzí 1 až 80 µm. Čisté kovy ako zlato, striebro, hliník a meď sú bežne používané z dôvodu ich dobrých spracovateľských vlastností ako je mäkkosť a ohybnosť. Medzi zliatiny patrí: zliatina medi, zliatina hliníku, železa, mosadze, bronzu, titanu, chrómu a ocele. Čisté kovy sa od zliatin líšia farbou, leskom, pevnosťou a stálofarebnosťou. [18]

Vlastnosti:

Dobrá odolnosť voči vysokým teplotám asi cez 190 °C, vysoká pevnosť v ťahu, vysoká vodivosť, vysoká ohybnosť, nehorľavosť, možnosť prania, rozmerová stabilita, odolnosť voči chemikáliám.

Nevýhodou je vysoká hustota a tuhosť vlákien. [18]

Pokovované vlákna

Elektricky vodivé vlákna je možné vyrábať prostredníctvom vrstvenia vlákien kovmi, galvanickými materiálmi alebo soľami kovov. Výhodou metódy je vhodnosť aplikácie pre mnoho typov vlákien a získanie výbornej vodivosti bez zásadných zmien vlastností substrátu, ako je merná hmotnosť, flexibilita a omak. Vrstvenie sa aplikuje na povrchu vlákien, priadzí alebo textílii za účelom vytvorenia elektricky vodivej textilnej štruktúry. Problémy môže spôsobiť adheziva medzi kovom a vláknom, tak ako aj odolnosť voči korózii.

Vodivé vlákna môžu byť vrstvené vláknami kovových solí, napríklad: sulfid medi a jodid medi. Kovovými povlakmi je možné docieľiť vysokú vodivosť vlákien. [18,19]

Metódy pokovovania:

Používajú sa rôzne spôsoby pokovovania, ako napríklad: pokovovanie poživom, vákuové naparovanie a chemické nanášanie. [18,19]

Vlastnosti:

Relatívne nízka mechanická odolnosť vodivého nánosu na povrchu vlákna. [18,19]

Oceľové vlákna

Oceľové vlákna sa vyrábajú technikou ťaženia za studena. Majú vysokú pevnosť a nižšiu kujnosť. Pri použití cca 10% týchto vlákien dochádza k tlmeniu 40 – 50 dB pri 100 MHz. [18,19]

Bikomponentné vlákna

Bikomponentné vlákna sú syntetické vlákna zložené z dvoch polymérov odlišnej chemickej alebo fyzikálnej štruktúry, ktoré sú pevné, ale oddeliteľne spojené. Touto technológiou je možné získať vlákna špeciálnych vlastností a štruktúr a ich použitím získať špecifické textilné produkty. Polyméry sú zvlákňované vo vláknach pomocou špeciálnej zvlákňovanej trysky buď vedľa seba (typ side – by – side), obklopením jedného prúdu taveniny ďalším prúdom taveniny (typ core/sheath), alebo ako zmes s nehomogénnou distribúciou. Rozdiel medzi bikomponentnými vláknami a vláknami z polymérnych zmesí je ten, že tieto dva polyméry nevytvárajú nový polymér. Pre ich výrobu sa používajú rôzne metódy výroby, medzi ktoré patrí zvlákňovanie z taveniny, z roztoku a elektrostatické zvlákňovanie. V závislosti na type bikomponentného vlákna dochádza k spojeniu buď pred, alebo po opustení zvlákňovanej trysky. Keď vlákno opustí zvlákňovanú trysku, tak sa skladá z dvoch nezmiešaných komponentov a tie sú spojené v mieste ich styku. [18,19]

Uhlíkové vlákna

Uhlíkové vlákna predstavujú skupinu vysoko pevnostných materiálov. Uhlíkové vlákno je vlákno, ktoré tvorí aspoň 90% uhlíku získaného pri kontrolovanej pyrolýze vhodných vlákien. Vyrábajú sa z polyakrylonitrilových vlákien (PAN) a najnovšie z vlákien novoloidu (vlákno fenol – aldehydové). Viskóza sa takmer vôbec nevyužíva, pretože pri premene za vysokých teplôt dochádza k veľkej strate hmoty. Pre výrobu najtužších uhlíkových vlákien sa používajú smoly (zostatky po destilácii uhlia a ropy). Len tzv. medzifázové smoly poskytujú vysoko tuhé a pevné vlákna. Ich nevýhodou je vysoký model pružnosti v porovnaní s klasickými vláknami. [18,19]

Vlastnosti:

Anizotropia mechanických vlastností (v smere kolmom k ose vlákna majú vlákna modul pružnosti významne menší), krehkosť, v pozdĺžnom smere majú vlákna malý elektrický odpor, dobrá elektrická vodivosť, chemická odolnosť, nízka hustota. [18,19]

Vlákna z vodivých polymérov

Odlišujú sa od vláknových materiálov, ktoré boli začlenené do textílii, ako sú kovové drôty, uhlík alebo kovom plnené syntetické vlákna a grafitové vlákna. Vodivé polymérne vlákna, ako je polyanilin sú pevné, ľahké, pružné a vysoko elektricky vodivé. Sú vhodné pre tkaniny, pleteniny a ďalšie textilné výrobné procesy.

K najpoužívanejším vodivým polymérom patrí polyacetylen (PA), polyanilin (PANI), polythiopen (PTh) a ich deriváty, polypyrrol (PPy) a polyfenylenvinyle.

Ich elektrické vlastnosti je možné upravovať napr. dĺžením alebo prídavkom rozdielnych mazadiel. Závislosť ich elektrickej vodivosti na teplote je rozdielna ako u kovov a polovodičov. Elektrická vodivosť z pravidla stúpa z klesajúcou teplotou. [18,19]

4 Prieskum trhu materiálov eliminujúcich elektromagnetický smog

S pribúdajúcim množstvom elektrospotrebičov a rôznych elektronických zariadení, ktoré nás denne obklopujú, pribúda aj množstvo elektromagnetického smogu v našom okolí. Vede sa ohľadom toho množstvo štúdií, ktoré však nie úplne dokazujú, či je pôsobenie elektromagnetického smogu naozaj škodlivé. Na trh sa preto dostávajú rôzne ochranné textilné produkty chrániace pred elektromagnetickým žiarením. Avšak ich propagácia a dôveryhodnosť nie je na toľko presvedčivá, aby sa dostala medzi širokú verejnosť a tá sa začala o toto téma zaujímať a zaoberať sa ním.

Pri prieskume trhu firiem zaoberajúcich sa výrobou textílií chrániacich proti elektromagnetickému smogu bolo zistené, že prevažná väčšina výrobcov týchto textílií pôsobí na zahraničnom trhu. Je otázkou, prečo tomu tak je. Môže to byť náhoda alebo to môže byť spôsobené tým, že o toto téma nie je príliš veľký záujem v našej zemi. Prevažná väčšina výrobcov týchto technických textílií s využitím pre bytový textil sa nachádza vo Švajčiarsku a Nemecku a na našom trhu sú zastupované prostredníctvom mnohých predajcov.

Z textilného hľadiska teda môžeme aplikáciu tieniacich textílií rozdeliť na textílie pre domácnosť, ako je bytový textil, napr. závesy, záclony apod. alebo textílie na výrobu odevov chrániacich človeka pred pôsobením elektromagnetického smogu.

Tak, ako u odevov aj u bytového textilu sa môžeme stretnúť s veľkým množstvom rôznych druhov materiálov. Môžu sa od seba líšiť napr. farbou, vzormi, jemnosťou, pevnosťou, fyzikálnymi vlastnosťami a pod.

4.1 Bytové textílie

Bytové textílie sú používané v obytných alebo spoločenských priestoroch. Delia sa do niekoľkých hlavných skupín podľa úžitkovej funkcie. Použité materiály a technologické spracovanie výrazne ovplyvňujú vzhľad textílie, jej účel a cenu.

Najčastejším prostriedkom bytového textilu slúžiaceho k ochrane pred pôsobením elektromagnetického smogu sú závesy. Môžu byť vo forme tkaniny a pleteniny. Na rozdiel od odevných textílií nemusia byť príliš ohybné a pružné a nemusia byť tak často prané, čím tieniaci účinok bude mať dlhodobý charakter. [20]

Medzi dôležité faktory závesových textílii chrániacich proti elektromagnetickému smogu patrí priesvitnosť pri veľkom útlme vysokofrekvenčných polí, nemačkavosť, splývavosť, ťažnosť a pevnosť, nehorľavosť, ľahká údržba. [21]

Ako už bolo vyššie spomínané, aby bolo docieleného tienenia musia tieto textílie v sebe obsahovať prvky kovových vlákien, ktorú sú elektricky vodivé. Najlepšie tienenie dosahuje striebro a meď. Vodivé vlákno môže byť buď u povrchu, takže tkanina sa dá uzemniť alebo inde môže byť zatkané.

4.1.1 Produkty z bytových textílii chrániacich proti elektromagnetickému smogu

V nasledujúcej podkapitole sú uvedené jednotlivé druhy textílii pre domácnosť, ktoré chránia človeka a jeho okolie pred nežiaducimi vplyvmi elektromagnetického smogu. Patria sem závesy, záclony, baldachýny, plachty, koberčeky, a pod.

Tieniaca tkanina

Priesvitná jemná závojová tkanina, ktorá zabezpečuje 99,97 % účinnosť VF tienenia. Zloženie: 83 % polyester, 16 % meď, 1 % striebro. Tieniaci účinok voči elektromagnetickému smogu je pravidelne testovaný výrobcom. Tkanina je vyrábaná za použitia moderných technológií v súlade s patentovaným procesom. Organická bavlna alebo polyester (2) slúži ako základ a je v kombinácii s ultra – tenkým monofilom vyrobeným zo striebra alebo medi (1). Výsledná sieť sa chová ako zrkadlo, ktorá odráža elektromagnetické vlny. Spracováva sa ľahko a rovnako ako bežné tkaniny. [22]



Obr. č. 8: Tieniaca tkanina [22]

Baldachýn

Baldachýn umiestený nad posteľou slúži k ochrane pred elektrosmogu a k zlepšeniu kvality spánku. Je vyrobený z veľmi ľahkej tkaniny, zloženie: 92 % polyester, 8% meď. Zabezpečuje účinnosť tienenia 20 dB pri frekvencii od 300 do 3 000 MHz. [22]



Obr. č. 9: Baldachýn [22]

Posteľná plachta s obsahom medi

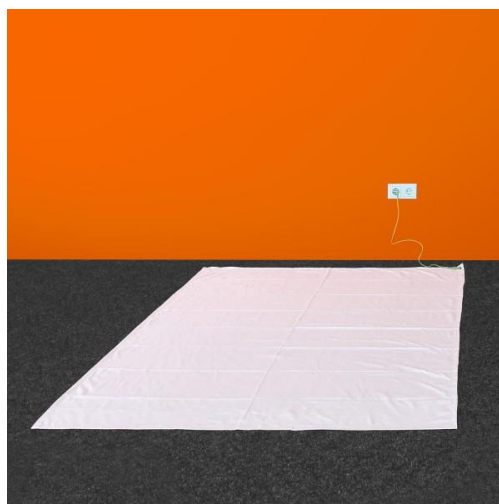
Posteľná plachta poskytuje ochranu proti vysokofrekvenčnému žiareniu a poskytuje kvalitný spánok. Mala by sa umiestniť 0,5 – 40 cm od tela pod matrac alebo deku vloženú pod bežne používanú posteľnú plachtu. Nie je vhodné ju používať hneď na celú plochu kvôli jej silným antistatickým účinkom. Zloženie: 5 % meď, 95 % polyamid a pomocné látky. [23]



Obr. č. 10: Postel'ná plachta s obsahom medi [23]

Tieniacci koberček

Koberček slúži na odtienenie baldachýnov od podlahy. Je vyrobený zo STEEL – TWIN tkaniny, ktorá je zložená z bavlny a nerezových vlákien slúžiaca na ochranu proti vysokofrekvenčnému a nízkofrekvenčnému žiareniu. Účinnosť tienenia je 35 dB pri 1 GHz. [22]



Obr. č. 11: Tieniacci koberček [22]

4.2 Odevné textílie

Odev slúži tradične k ochrane tela pred klimatickými, mechanickými alebo tepelnými vplyvmi, ďalej môže tiež plniť tieto nasledujúce funkcie:

- ochranná funkcia
- módnou – estetická
- symbolická
- úzko špecializovaná alebo účelová funkcia [24]

V dnešnej dobe sa pole jeho pôsobnosti rozšírilo ďalej za tieto role. Dnes sa textilná veda a technológia stávajú dynamicky interagujúce.

Vďaka technickému pokroku nás môžu chrániť proti elektromagnetickému smogu i odevné textílie. Tieto textílie obohatené práve o kovové vlákna plnia rovnakú úlohu proti týmto elektromagnetickým žiareniam ako bytové textílie mimo domov.

Odevné ochranné textílie musia byť ohybné a pružné, aby bol dosiahnutý komfort použitia. Textilné materiály by mali mať nízku ohybovú a šmykovú tuhosť, aby boli ľahko deformovateľné a splývavé. Mali by mať nízku plošnú hmotnosť (menšiu ako 300 g/m²) a vlákna by mali byť jemné (menšie ako 1 g/km). Tieto textílie by mali byť ušité zo špeciálnych materiálov a mať povrchovú úpravu, aby nedochádzalo k dráždeniu ľudskej pokožky.

Za vhodnú technológiu pri výrobe ochranných odevov sa pokladá postup, pri ktorom sú vlákna bežných textílií (tkaniny, pleteniny, netkané textílie) opatrené kovovým povlakom takým spôsobom, že tieto textilné materiály nestrácajú svoje vlastnosti ako je pevnosť, pružnosť, mäkkosť. Každé vlákno je opatrené kovovou vrstvou o hrúbke iba 50 – 500 µm, pri ktorej sa ešte nemenia mechanické vlastnosti látky. Pri hrubších vrstvách kovu začína textilný materiál tuhnúť. Na pokovovanie sa najčastejšie používa nikel, ale tiež kobalt, meď a zlato. Takéto výrobky sú elektricky vodivé a preto sú vhodné na tienenie proti elektromagnetickému smogu, ako antistatické materiály, ako reflexné i výhrevné elementy. Dnes sú už na trhu moderné textilné materiály, ktoré sú jemné a príjemné na dotyk.

Do určitej miery môže človeka chrániť aj normálny odev. Ochranný vplyv pracovného odevu je tým väčší, čím väčší je počet vrstiev odevu vrátane vzduchových medzier. Odev, ako ochranný prostriedok má ten účinok, že do tela spravidla nepreniká viac ako 75 % energie v porovnaní s nechráneným telom. Ochranné vlastnosti odevu závisia od kmitočtu žiarenia a môžu byť v niektorých prípadoch ešte priaznivejšie. [25]

4.2.1 Produkty z odevných textílii chrániacich proti elektromagnetickému smogu

V nasledujúcej podkapitole sú uvedené rôzne druhy ochranných odevov a drobného textilu, ktoré chránia človeka pred nežiaducimi vplyvmi elektromagnetického smogu.

Tkanina chrániaca pred elektrosmogom

Jemná tkanina, ktorá chráni pred pôsobením elektrosmogu, je ošetrovaná medenou či striebornou úpravou a dokáže odtieniť 99% elektromagnetického žiarenia. Je tenká, ľahká, mäkká a je možné ju použiť do bežnej konfekcie ako vložku – napríklad u kapsičky saka, kam sa dáva často mobilný telefón. [26]



Obr. č. 12: Tieniaca tkanina chrániaca pred elektrosmogom [26]

Tehotenské oblečenie BE – safe

Oblečenie je z materiálu s vtkaným kovovým vláknom, ktoré pôsobí ako neviditeľný obranný štít a znižuje riziká pôsobenia elektromagnetického smogu na ľudský organizmus. Technológia výroby týchto unikátnych odevov pochádza z vesmírneho programu Shenzou a použitý materiál a postupy výroby tak splňujú najprísnejšie nároky

na funkčnosť a kvalitu spracovania. Vyzerá ako bežná látka, je príjemný na nosenie. Má antiradiačný efekt, chráni ľudské telo proti UV žiareniu, tkanina má prímes bambusu a strieborného vlákna, má i dezodoračný, antibakteriálny a antistatický efekt. Bolo testované, že elektromagnetické tienenie má účinnosť 30 – 40 dB, ktoré zaistí odtienenie viac ako 98 % elektromagnetických vln. [27]



Obr. č. 13: Tehotenské oblečenie BE – safe [27]

Boxerky

Tieto boxerky chránia intímne partie pred pôsobením elektromagnetických vln ale taktiež zabezpečujú ochranu pred žiarením mobilných telefónov umiestnených vo vrecku. Znižujú pravdepodobnosť neplodnosti. Majú veľmi jednoduchý design, vhodné pre mužov aj ženy. Sú vyrobené z bavlnených vlákien a strieborných vlákien. [28]



Obr. č. 14: Boxerky [28]

Tieniaca čelenka

Zloženie: 71 % postriebrený polyamid, 29 % elastan. Zaručuje pohodlný spánok, chráni uši a čelo pred pôsobením elektromagnetických vplyvov. [28]



Obr. č. 15: Tieniaca čelenka [28]

4.3 Výrobcovia bytových a odevných textílii chrániacich proti elektromagnetickému smogu

Ako už bolo vyššie spomínané najviac výrobcov zaoberajúcich sa výrobou bytových textílii chrániace proti elektromagnetickému smogu sú vo Švajčiarsku alebo Nemecku. Na našom trhu nájdeme len ich sprostredkovateľov alebo niekoľko málo výrobcov, ktorí sa zaoberajú napr. výrobou podložiek vhodných pod matrace apod. Výrobcov so zameraním na odevný textil je s porovnaním bytového textilu u nás viac.

V nasledujúcej tabuľke je uvedený prehľad výrobcov zaoberajúcich sa výrobou bytových a odevných tieniacich textílii u nás i v zahraničí.

Názov výrobcu	Zem pôvodu	Zastúpenie v ČR a SR	Špecializácia
SINTEX	Česká Republika	SINTEX	Odevný
LAIRD	Česká Republika	LAIRD	Odevný
YSHIELD	Nemecko	ELEKTROSMOG.VOXO.EU	Odevný/bytový
SWICOFIL	Švajčiarsko	-	Odevný
ETG	Chorvátsko	-	Odevný/bytový
Less EMF Inc.	USA	-	Bytový
Pells	Česká Republika	Pells	Odevný
ISAbodywear	Švajčiarsko	-	Odevný
Bekaert	Belgicko	Bekaert Bohumín s.r.o.	Odevný/bytový
STM	USA	-	Odevný/bytový
Soliani	Taliansko	-	Bytový

Tab. 4: Prehľad výrobcov bytových a odevných textílií chrániacich proti elektrosmogu

5 Vlastnosti textílii zabezpečujúcich ochranu proti elektromagnetickému smogu a ich vplyv na štruktúru textílie

V tejto kapitole sú popísané úžitkové a spracovateľské vlastnosti pre textílie zabezpečujúce ochranu proti elektromagnetickému smogu, účinky elektromagnetického smogu na textilné štruktúry a vplyv ochrany na vlastnosti materiálov, spôsoby testovania účinnosti elektromagnetického tienenia a údržba textílii zabezpečujúcich ochranu proti elektromagnetickému smogu.

5.1 Úžitkové a spracovateľské vlastnosti pre textílie zabezpečujúce ochranu proti elektromagnetickému smogu

Plošné textílie sa rozdeľujú podľa konštrukcie (tkaniny, pleteniny, netkané textílie), podľa ich použitia (vrchové, podšívkové, výstužné) a taktiež sa líši spôsob, akým sa prevádza ich overovanie a skúšanie úžitkových a spracovateľských vlastností.

Úžitkové vlastnosti

Úžitkové vlastnosti určujú akým spôsobom a k akému účelu bude materiál použitý. Úžitkové vlastnosti textilných materiálov určených pre ochranné textílie sú také, ktoré plnia svoj účel, pre ktorý sa používajú a pre daný spôsob použitia sú nevyhnuté. Podľa požiadaviek, kladených na bytové textílie, odevy a materiály z nich vyrobených, je možné úžitkové vlastnosti rozdeliť do niekoľkých základných skupín a to: trvanlivosť, estetické vlastnosti, fyziologické vlastnosti, vlastnosti pri údržbe a ostatné úžitkové vlastnosti.

Každý materiál je niečím iný a ma iný účel použitia. Pri bytových textíliách, konkrétne u závesových ochranných tkaninách sú odlišné úžitkové vlastnosti, ako u odevných ochranných textíliách. Skúmanie vlastností, ako je oder, zatrhávanie, žmolkovatosť, môžeme u nich vylúčiť pretože k tomu nedochádza. Naopak dôležitá je splývavosť, pevnosť a ťažnosť, priepustnosť svetla, rozmerová stálosť po praní, horľavosť. [29]

Spracovateľské vlastnosti

Spracovateľské vlastnosti ovplyvňujú spracovanie odevných materiálov v odevnom priemysle. Majú zásadný význam pre určenie optimálnej technológie spracovania – ovplyvňuje produktivitu práce, mzdy, akosť odevného výrobku. Vyjadrujú ľahkosť alebo obťažnosť spracovania odevného materiálu v: nakladacom a oddeľovacom procese, spojovacom procese a tvarovacom procese. [29]

U závesových tkanín, zabezpečujúcich ochranu proti elektromagnetickému smogu, spracovanie ovplyvňuje začlenenie kovových vlákien do textílii. Väčšinou závesové tkaniny sú v plátnovej väzbe, dvojvrstvové a ušité špeciálnymi technológiami.

5.1.1 Splývavosť

Splývavosť je schopnosť textílie vytvárať esteticky pôsobiace záhyby pri zavesení v priestore – záhyby sú výsledkom priestorovej deformácie. Priestorová deformácia textílie je spôsobená účinkom gravitácie, pri nej je textília tvarovaná do zaoblených záhybov a je ovplyvnená: vlastnosťami a parametrami vlákien (materiálové zloženie, jemnosť a pod.), parametrami plošnej textílie (väzba, hustota, plošná hmotnosť, hrúbka a pod.), mechanickými vlastnosťami textílie (ohyb, šmyk, ťah). Splývavosť je možné skúšať podľa normy ČSN EN ISO 9073 – 9, pomocou zariadenia, ktoré sa skladá z kruhového valca, pripojeného k počítaču. [29,30]

5.1.2 Pevnosť a ťažnosť

Najbežnejšou stanovenou fyzikálne mechanickou veličinou je pevnosť. Zároveň je aj najdôležitejšou vlastnosťou z hľadiska bezpečnostných charakteristík. Pevnosť sa zisťuje na trhacom prístroji, tzv. Dynamometer. Na skúšaný vzorček pôsobí ťahová sila a udávajú sa hodnoty deformačných veličín. K jej stanoveniu sa používajú rôzne metódy vychádzajúce najmä zo skúšaného telesa. Plošné textílie odevné a bytové textílie, textílie na OOP (ochranu osobných prostriedkov) sa skúšajú prúžkovou metódou Strip alebo Grab. [29, 30]

5.1.3 Horľavosť

Horľavosť je schopnosť textílie horieť po zapálení. Horenie je ovplyvnené mnohými faktormi, ako sú fyzikálne, geometrické či chemické vlastnosti, taktiež jej zloženie alebo úpravy. Podľa použitia textílii sú podmienky pre testovanie horľavosti odlišné. Sú štyri

typy usporiadania vzorku v priestore a to vodorovné, zvislé, šikmé a oblúkové. Ďalej sa taktiež rozlišuje spôsob zapálenia a to buď na hrane alebo v ploche. Známy je taktiež zápalkový alebo cigaretový test. [29]

5.1.4 Hrúbka materiálu

Hrúbka plošnej textílie kolmá vzdialenosť medzi lícnou a rubnou stranou textílie. Vzhľadom na to, že textilný materiál je ľahko deformovateľný, je meranie hrúbky textílie predpísané normou za presne stanoveného prítlaku čelustí. Na meranie hrúbky textílie slúži hrúbkometer rôznych konštrukcií. Princípom merania je zmeranie vzdialenosti medzi dvoma čelustami, medzi ktorými je umiestnená textília. Dôležitým parametrom merania hrúbky textílie je prítlak medzi čelustami. Je daný plochou zaťažujúcej čelusti a silou, ktorou čelusť na textíliu pôsobí. [29]

5.2 Použitie kovov v textíliách, vplyv na ich vlastnosti a možnosti ochrany

Za najvhodnejšie materiály určené pre tienenie elektromagnetického žiarenia môžeme považovať materiály vykazujúce vysokú elektrickú vodivosť a preto najväčšej efektivity dosahujú kryty založené na použití kovov.

Väčšina syntetických vlákien používaných v textilnom priemysle sú elektrické izolanty s merným odporom (rezistivitou) radovo $10^{12} - 10^{14} \Omega \cdot m$, čo je nevyhovujúce pre potreby zaistenia odvodu statického náboja a pre elektromagnetické tienenie v oblastiach, kde je nutná eliminácia elektromagnetického smogu. Rezistivita pre materiály určené k tieneniu elektromagnetického poľa je nutné, aby bola nižšia ako $10 \Omega \cdot m$ (odpovedá požiadavkám na povrchovú rezistivitu nižšiu ako $10^4 \Omega \cdot m$). [31]

Ako textilné štruktúry so zvýšenou vodivosťou je možné označiť elektricky vodivé vlákna (kovové, pokovované, bikomponentné, uhlíkové vlákna), elektricky vodivé priadze a elektricky vodivé textílie. Elektricky vodivé textílie môžu byť vyrobené použitím elektricky vodivého základného elementu – vlákna. Medzi ďalšie postupy výroby patrí pokovovanie, vrstvenie vodivými polymérmi alebo vodivými časticami.

Pre tvorbu textílii so zvýšenou odolnosťou voči elektromagnetickému smogu je nutné brať do úvahy určité obmedzenia ako napr. mechanické vlastnosti a stým spojené vlastnosti štruktúry, tepelných charakteristík, omaku apod.

5.3 Účinky elektromagnetického smogu na textilné štruktúry a vplyv ochrany na vlastnosti materiálov

Vodivé textilné povrchy, ktoré sú ľahké, flexibilné a lacné sa vyrábajú pre rôzne ochranné účely, ako tienenie pred vplyvom elektromagnetických žiarení namiesto elektricky vodivého plechu alebo tieniaceho drôteného pletiva.

Priaznivé výsledky účinnosti tienenia sú dosiahnuté pri začlenení kovových alebo pokovovaných vlákien a priadzí do plošných textílii. V súčasnej dobe bolo publikovaných mnoho prací, ktoré sa zaoberajú začlenením kovov do textilných štruktúr a ich účinnosťou tienenia so štúdiom ich vlastností.

V nasledujúcich podkapitolách bude pojednávané o vybraných literárnych príspevkoch zameraných na túto tému.

5.3.1 Vplyv vodivých vlákien na štruktúru tkaniny

Účinnosť tienenia je možné zlepšiť použitím vyššej dostavy osnovy a útku.

Dosiahnutie účinnosti tienenia proti elektromagnetickému smogu je možné využitím jadrových priadzí pre konštrukciu vodivých textílii. Ako jadro priadze môže byť použitý strieborný hodváb hrúbky cca 40 μm s obalom tvoreným bavlneným vláknom. Takto pripravená tkanina dosahuje pri frekvencii 1,5 GHz účinnosť tienenia cca 30 dB. [32]

Perumalraj a kolektív zvolili med', ako jadro priadze s obalom tvoreným bavlneným vláknom pre výrobu tkaniny s plátňovou a keprovou väzbou. Zmerali elektromagnetickú účinnosť tienenia tkanín vo frekvenčnom pásme 20 – 18 000 MHz, pomocou koaxiálneho prenosového držiaka. Z dosiahnutých výsledkov spozorovali nárast účinnosti tienenia spolu s nárastom počtu vrstiev vodivých vlákien, v počte jemnejšej priadze, hustote osnovy a útku, faktoroch krytia a zníženie účinnosti tienenia v závislosti na priemere medeného drôtu. [32]

Roh a kolektív zvolili kovové kompozitné nite pre výrobu kovových kompozitných tkanín za použitia komerčne dostupných kovových a polyesterových vlákien, ktorých účinnosť tienenia merali pomocou koaxiálneho prenosového držiaka vo frekvenčnom pásme 30 MHz – 1,5 GHz. Meraním prišli k záveru, že zatiaľ čo celková účinnosť elektromagnetického tienenia sa zvyšuje s obsahom kovov, rôzna frekvenčná závislosť súvisí s pomerom strán mriežky kovovej štruktúry. [32]

Su a Chren použili pre výrobu hybridnej priadze, ako vodivú výplň nerezovú oceľ pre získanie tkaniny s plátnovou väzbou a s keprovou väzbou. Účinnosť elektromagnetického tienenia týchto tkanín bola meraná pomocou koaxiálneho prenosového zariadenia v rozsahu frekvencií od 9 kHz do 3 GHz. [32]

Výsledky meraní ukázali, že hustejšia štruktúra vlákien z nerezovej ocele má vyššiu účinnosť elektromagnetického tienenia. Textília vyrobená z jadrových nití mala vyššiu účinnosť elektromagnetického tienenia, ako tá z krytých nití a vrstvených nití. Okrem toho, účinnosť elektromagnetického tienenia tkaniny vyrobenej z rôznych druhov nerezovej ocele má optimálnu hodnotu pri rôznych meraných frekvenciách. Pri analýze typov väzieb dosahuje plátnová väzba vyššiu účinnosť tienenia ako keprová väzba. Keprová tkanina tvorená 100% priadzou obsahujúcou len striebrom vrstvené vlákna má pri frekvencii 1,5 GHz tieniacu účinnosť cca 60 dB. Zakrytie, ktoré závisí na jemnosti priadze a dostave tkaniny má významný vplyv na výslednú účinnosť tienenia. [32]

5.3.2 Vplyv kovových vlákien na počet vrstiev tkaniny

Cheng a kolektív zvolili keprové medené tkaniny 3/1 a koaxiálnym prenosovým zariadením zmerali účinnosť elektromagnetického tienenia tkanín v rozsahu frekvenčného pásma 144 – 3000 MHz. Nameranými hodnotami zistili, že so zvýšením počtu vodivých vrstiev tkaniny, hustoty osnovy a hustotu útku, došlo k zvýšeniu účinnosti tienenia, kým s nárastom priemeru drôtu, došlo k poklesu účinnosti tienenia.

Chen a kolektív pomocou koaxiálneho prenosového zariadenia merali tieniace vlastnosti tkaniny s keprovou väzbou 2/2 a laminovaných kompozitov pri frekvenčnom pásme 30 – 1500 MHz. Medený drôt a polyamidové vlákna boli zabalené v polypropylénových vláknach. Bolo zistené, že účinnosť tienenia jednej vrstvy je málo vyhovujúca pre bežné použitie a viacvrstvové tkaniny poskytujú zodpovedajúce hodnoty účinnosti tienenia (20

– 55 dB), kde rádiová vlna dopadá normálne a hrúbka laminátu je väčšia ako 1,6 mm. Z hľadiska množstva kovového vlákna je pre získanie vyššej účinnosti elektromagnetického tienenia výhodnejšie využitie tzv. sendvičového systému. [32]

Ďalšiemu testu Sandrolini a Reggiani podrobili päť elektricky vodivých tkaných a netkaných textílii, meraných pomocou koaxiálneho prenosového zariadenia v rozsahu frekvencií 300 kHz – 3,6 GHz. Z testu sa ukázalo, že nízka hodnota povrchového odporu je dôležitá pre dosiahnutie vyššej účinnosti tienenia pri tkaných materiáloch. Množstvo niklu použitého pre metalizáciu nemá silný vzťah na účinnosť tienenia, ako geometria v osnove a útku textílie, ktorá taktiež zohráva dôležitú úlohu pri tienení. [32]

5.3.3 Vplyv kovových vlákien na pleteniny a tkaniny

Rozdiel v účinnosti elektromagnetického tienenia je aj medzi pleteninami a tkaninami.

Palamutcu a kolektív vyvinuli zariadenie na meranie účinnosti elektromagnetického tienenia, kde testovali jeho spoľahlivosť na vyrobených elektricky vodivých pletených a tkaných materiáloch. V týchto materiáloch boli použité textilné vlákna bavlna/med' a bavlna/med'/striebro s rôznymi rozmermi. Pre tkané vzorky v rozmedzí frekvencií 860 MHz – 960 MHz bola zistená najvyššia úroveň priemernej hodnoty účinnosti elektromagnetického tienenia vo vzorke, ktorá mala najnižšiu úroveň (najjemnejšie vodivé vlákno) obsahu vodivých vlákien. Pre pletené vzorky v rozmedzí frekvencií 860 MHz – 960 MHz a 1750 MHz – 1850 MHz bola priemerná hodnota účinnosti elektromagnetického tienenia podobná u všetkých pletených vzoriek. Bolo zistené, že hodnota priemerného zoslabenia všetkých pletených vzoriek je nižšia ako u tkaných vzoriek pre obe frekvenčné pásma. Z uvedeného vyplýva, že pleteniny v porovnaní s tkaninami dosahujú pri rovnakom obsahu vodivej komponenty výrazne nižšiu účinnosť elektromagnetického tienenia. Je to spôsobené tým, že pleteniny majú otvorenejšiu štruktúru, jemnejšie priadze, nižšiu plošnú hmotnosť vzorku. Tkaniny musia byť dostatočne pevné, tuhé a musia mať menšiu pružnosť. Taktiež obsah vodivej komponenty v materiáli má výrazný vplyv na výslednú tieniacu schopnosť textilnej štruktúry. [32]

5.3.4 Vplyv kovových vlákien na priemer vlákna

Účinnosť tienenia závisí od priemeru kovového vlákna.

Priemery kovových vlákien, kde $d = 0,08 - 0,15$ mm s jemnosťami ich priadzí sú väčšinou veľmi vysoké, aby mohli byť z nich vyrobené textílie dostatočne flexibilné pre odevné účely. Z toho vyplýva, že textílie vyrobené z vyššie spomínaných vlákien sú skôr určené pre dekoratívne účely, ako napr. bytové textílie – závesy, pretože nemusia byť tak flexibilné ako odevné textílie. [32]

Docielenie zvýšenia elektrickej vodivosti je dôležité pri zachovaní ostatných vlastností kladených na priadze používané v textilnom priemysle, ako je: nízka jemnosť, priaznivé mechanické, spracovateľské a úžitkové vlastnosti. [31]

5.4 Spôsob testovania účinnosti elektromagnetického tienenia

Testovanie účinnosti tienenia je veľmi nákladné a zložité ale aj napriek tomu existuje niekoľko pracovísk, kde je možné účinnosť merať. Existujú dva spôsoby technológie merania: koaxiálna technológia a vlnovodná technológia.

Koaxiálna technológia

Použitím tejto technológie je možné merať útlm i odraz elektromagnetického vlnenia vo veľmi širokom pásme: od 100 kHz – niekoľko GHz. K tieniacemu účinku textílii bol vyvinutý špeciálny koaxiálny držiak, znázornený na obr. č. 15. [33]

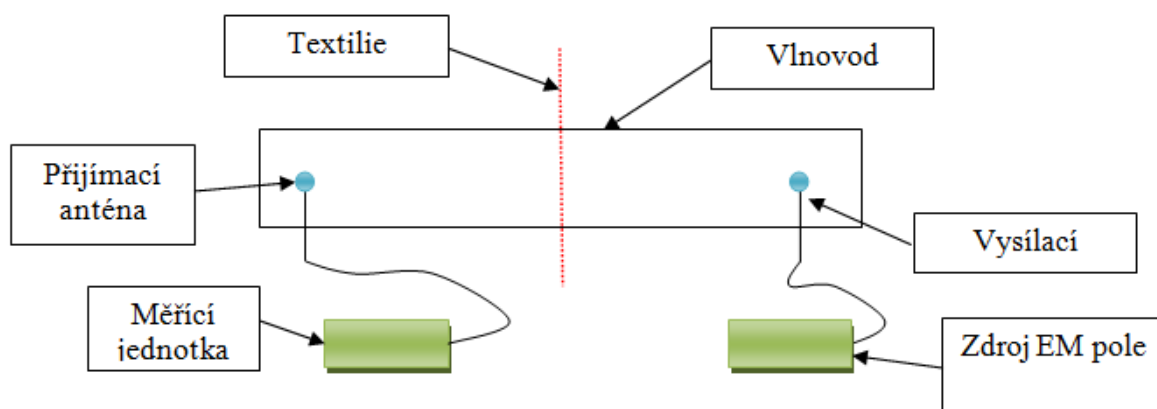


Obr. č. 16: Koaxiálny držiak [33]

Vlnovodná technológia

Táto technológia lepšie napodobňuje podmienky pre tienie vo voľnom priestore.

Oproti koaxiálnej technológii nemá tak veľký širokopásmový rozsah. [33]



Obr. č. 17: Meranie pomocou vlnovodu [33]

5.5 Údržba textílii

Údržbu tieniacich textílii so zvýšenou elektrickou vodivosťou je možné prevádzkať prostredníctvom bežného prania v pračke na 30 °C. Tieto textílie sa môžu prať bežným pracím prostriedkom ale pre dlhšie zachovanie účinnosti tienia sa odporúča používať špeciálny prací prostriedok TexCare. Je jediným certifikovaným pracím prostriedkom na tieniace tkaniny. Neobsahuje žiadne vône a farbivá, konzervačné látky, enzýmy, petrochémiu. Všetky zložky sú 100% biologicky odbúrateľné. Jeho dávka závisí od tvrdosti vody. Obyčajné pracie prostriedky dokážu zničiť útlm niekoľkokrát po málo pracích cykloch textílie.

Tieniace tkaniny obsahujúce strieborné vlákna alebo vlákna z nerezovej ocele sú vysoko odolné voči praniu a odporúčané, pokiaľ nie sú často mechanicky namáhané, napr. denne na cestách. Bytové textílie majú trvalejšiu účinnosť tienia pretože nie sú tak často prané ako odevné textílie.

Čo sa týka sušenia, najlepší spôsob je vyvesiť vlhkú textíliu bez sušenia. Pri použití sušičky, by sa mala udržiavať nízka teplota. To isté platí aj pre žehlenie – maximálne stupeň 1, minimálna para. [34]

6 Experimentálna časť

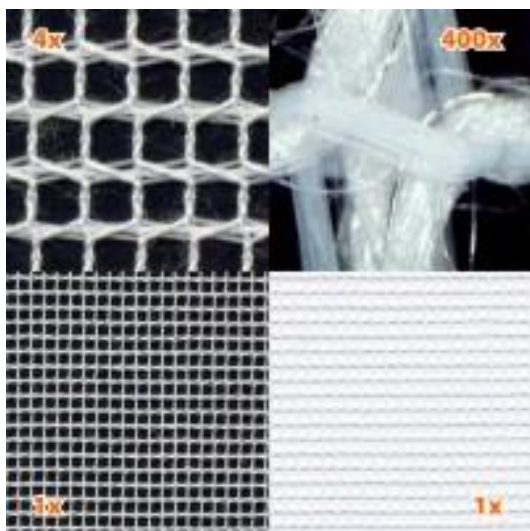
V experimentálnej časti sú popísané použité materiály a ich konštrukčné parametre, normy a meracie prístroje, na ktorých bolo prevedené meranie účinnosti elektromagnetického tienenia. Ďalej sú popísané postupy merania a hodnotenia vybraných úžitkových vlastností: splývavosť, pevnosť a ťažnosť a nehorľavosť, ktoré boli prevedené na bytových textíliách – závesy a záclony zabezpečujúce ochranu proti elektromagnetickému smogu.

Meranie účinnosti elektromagnetického tienenia bolo prevedené pred vypraním vzorkou a po vypraní vzorkou jedenkrát a päťkrát.

6.1 Materiály použité pre experiment

Materiály, použité pre túto bakalársku prácu spadajú do skupiny bytových textílií a predovšetkým sú určené pre výrobu závesov a záclon. Tieto materiály zabezpečujú ochranu proti elektromagnetickému smogu, obsahujú v sebe kovové vlákna a preto sú elektricky vodivé. Líšia sa od seba svojím materiálovým zložením, obsahom kovových vlákien, dostavou a plošnou hmotnosťou.

Tieto materiály boli zakúpené Mgr. Romanom Muselíkom a dodané nemeckou firmou YSHIELD GmbH & Co. KG.

Materiál č. 1 – NEW DAYLITECharakteristika materiálu

Vysoko transparentná pletenina určená pre tienenie vysokofrekvenčného žiarenia.

Použitie: ako záves alebo baldachýn.

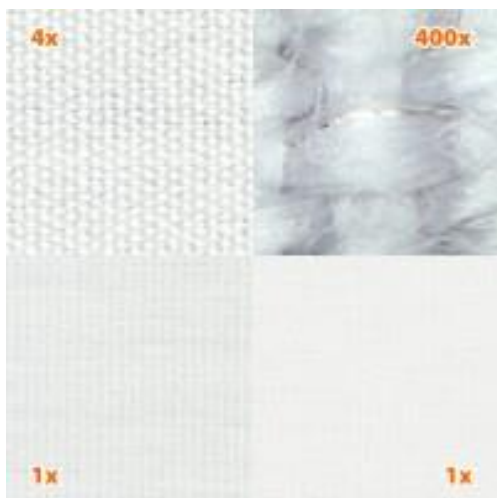
Konštrukčné parametre:

Materiálové zloženie: 78 % polyester, 21 % meď, 1 % striebro

Plošná hmotnosť: 65 g/m²

Hrúbka: 0,31 mm

Väzba: Osnovná

Materiál č. 2 – WEARCharakteristika materiálu:

Kompaktná bavlnená tkanina určená pre tienenie vysokofrekvenčného žiarenia.

Použitie: ako záves alebo ochranný odev.

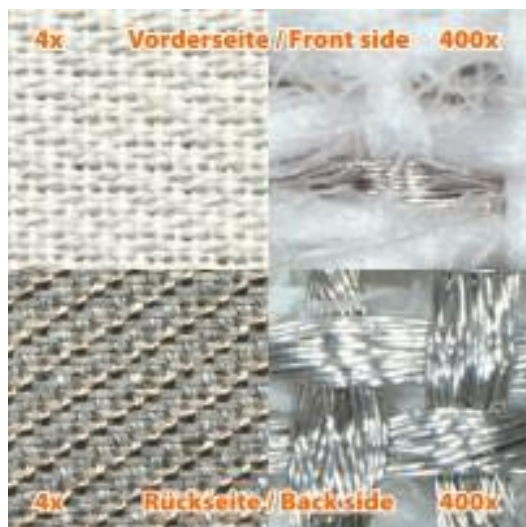
Konštrukčné parametre:

Materiálové zloženie: 90 % bavlna, 9,5 % meď, 0,5 % striebro

Plošná hmotnosť: 70 g/m²

Hrúbka: 0,29 mm

Väzba: Plátňová

Materiál č. 3 – SILVER – TWINCharakteristika materiálu:

Kompaktná dvojvrstvová tkanina určená pre tienenie vysokofrekvenčného žiarenia a nízkofrekvenčné elektrické pole.

Použitie: ako záves, ochranné oblečenie, príručné tašky.

Konštrukčné parametre:

Materiálové zloženie: 50 % bavlna, 35 % polyester, 15 % striebro

Plošná hmotnosť: 150 g/m²

Hrúbka: 0,41 mm

Väzba: Plátňová

Materiál č. 4 – SILVER SILK**Charakteristika materiálu:**

Plne postriebrená nylonová tkanina určená pre tienenie vysokofrekvenčného žiarenia a nízkofrekvenčné elektrické pole.

Použitie: ako záves, paraván, príručné tašky, typická aplikácie pre chránenie káblov.

Konštrukčné parametre:

Materiálové zloženie: 80 % nylon, 20 % striebro

Plošná hmotnosť: 45 g/m²

Hrúbka: 0,09 mm

Väzba: Plátňová

Materiál č. 5 – STEEL - TWINCharakteristika materiálu:

Kompaktná tkanina určená pre tienie vysokofrekvenčného žiarenia a nízkofrekvenčné elektrické polia.

Použitie: ako záves alebo koberec.

Konštrukčné parametre:

Materiálové zloženie: 68 % bavlna, 17 % polyester, 15 % nerezová oceľ

Plošná hmotnosť: 190 g/m²

Hrúbka: 0,45 mm

Väzba: Plátňová

Materiál č. 6 – STEEL – GRAYCharakteristika materiálu:

Kompaktná tkanina určená pre tienenie vysokofrekvenčného žiarenia a nízkofrekvenčné elektrické polia.

Použitie: ako záves, koberec, baldachýn alebo ochranné oblečenie.

Konštrukčné parametre:

Materiálové zloženie: 40 % bavlna, 30 % polyester, 15 % nerezová oceľ

Plošná hmotnosť: 120 g/m²

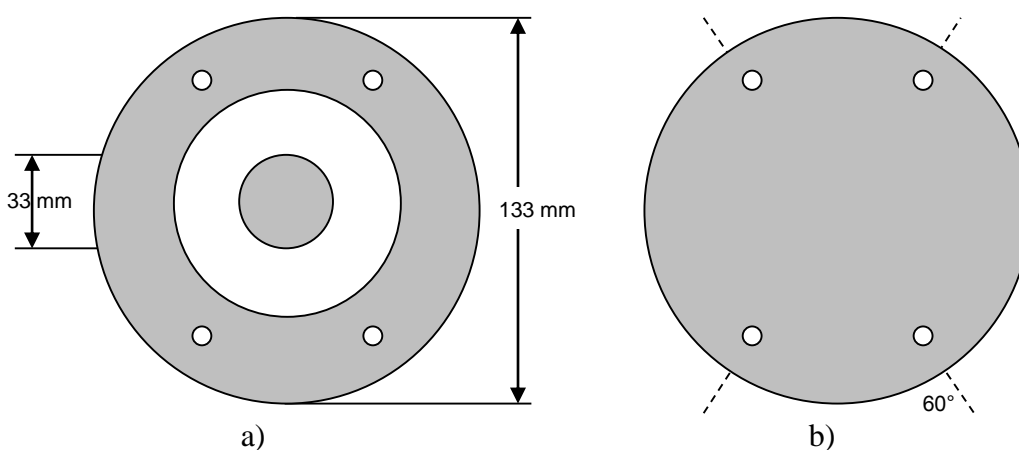
Hrúbka: 0,28 mm

Väzba: Plátňová

6.2 Meranie účinnosti tienenia elektromagnetického smogu

Meraniu účinnosti tienenia (SE) odpovedá americká norma ASTM D – 4935-99 – Štandardná skúšobná metóda pre meranie účinnosti elektromagnetického tienenia plošných textílii.

Norma udáva rozsah merania frekvencií elektromagnetického pola od 30 MHz až do 1,5 GHz. Meranie bolo prevedené pomocou zariadenia skladajúceho sa z držiaku vzorku koaxiálneho tvaru, ktorého vstup a výstup bol pripojený k obvodovému analyzátoru. Pre generovanie prijímanie elektromagnetického signálu bol použitý obvodový analyzátor. Pre kalibráciu meracej sústavy sa využíva sa využíva referenčná vzorka meraného materiálu v tvare medzikružia. Meraná vzorka má tvar kruhu. Efektivita elektromagnetického tienenia bola meraná u každého vzorku na troch rôznych miestach textílie. Účinnosť tienenia (SE) je vyjadrená v dB. [35]



Obr. č. 18: Rozmery vzorku: a) referenčného, b) meraného [35]

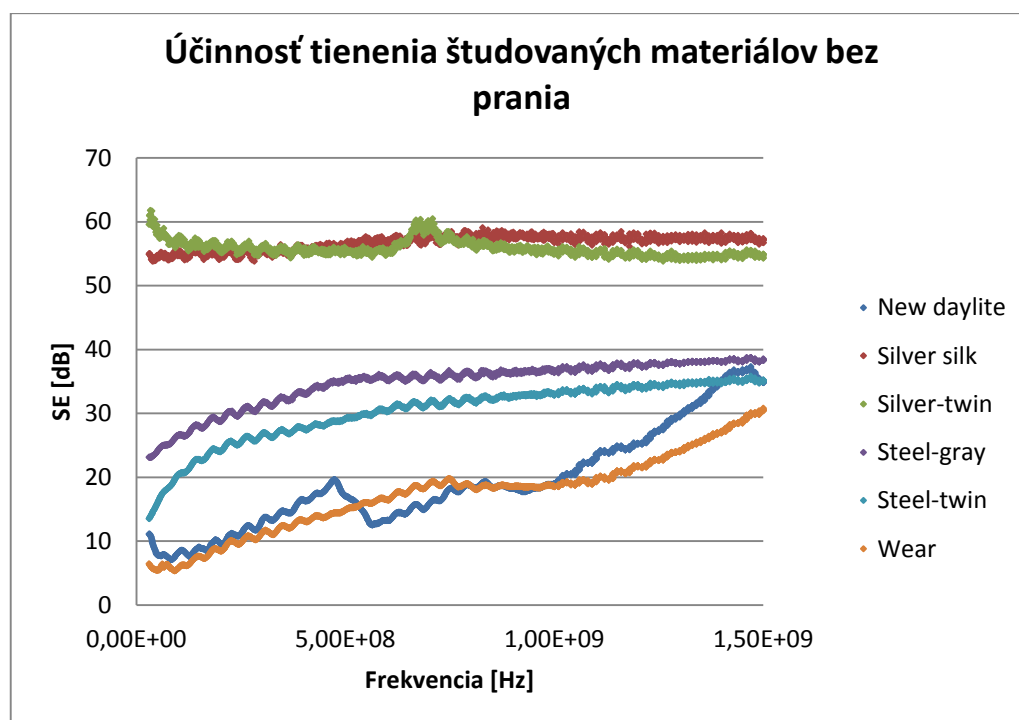
Frekvenčná závislosť elektromagnetickej účinnosti tienenia

Elektromagnetická účinnosť tienenia (SE) bola meraná pre každý materiál trikrát, kvôli následnému štatistickému V tabuľke 5 sú uvedené priemerné hodnoty a 95 % interval spoľahlivosti elektromagnetickej účinnosti tienenia [dB] pre vybrané frekvencie elektromagnetického pola pre všetky študované materiály

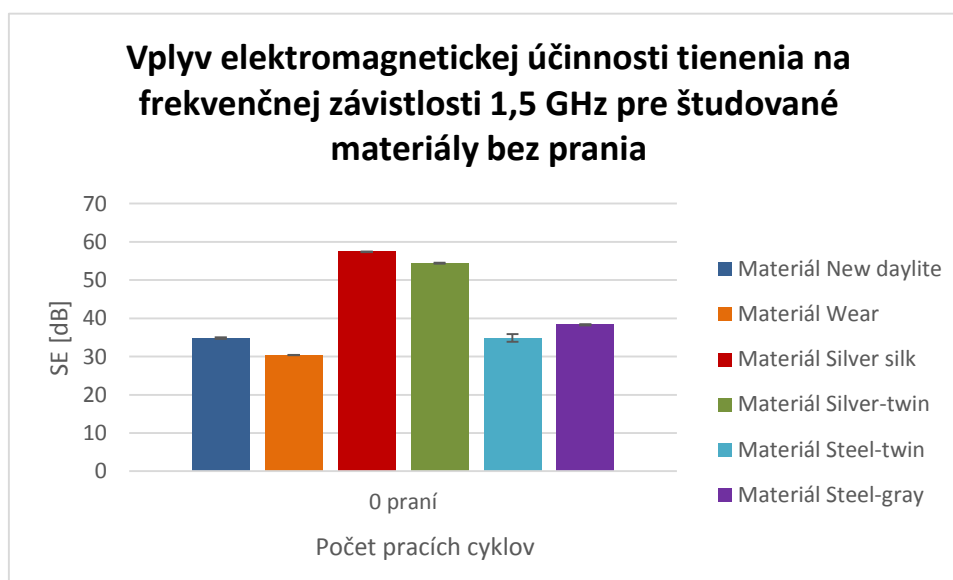
Frekvencia [Hz]	New daylite		Wear		Silver silk		Silver- twin		Steel-twin		Steel gray	
	SE [dB]	95 % IS	SE [dB]	95 % IS	SE [dB]	95 % IS	SE [dB]	95 % IS	SE [dB]	95 % IS	SE [dB]	95 % IS
3,00 E+07	11,1	1,39	64,2	7,24	54,9	0,69	59,6	0,14	13,5	1,17	23,1	2,5
1,00 E+08	82,4	4,29	58	2,38	54,9	0,72	57,9	1,07	20,4	0,84	26,6	1,24
3,00 E+08	13,1	0,28	11,2	0,24	55,3	0,74	55,8	0,47	26,7	1,26	31,6	0,91
6,00 E+08	13,2	0,42	16,5	0,19	56,5	0,24	55,4	0,59	30,4	1,44	35,3	0,65
1,00 E+09	18,9	0,11	18,5	0,18	57,3	0,37	55,6	0,16	32,9	1,39	36,7	0,02
1,50 E+09	34,8	0,21	30,4	0,05	57,4	0,09	54,4	0,14	34,9	1,01	38,3	0,19

Tab. 5: Porovnanie priemerných hodnôt a 95% intervalu spoľahlivosti elektromagnetickej účinnosti tienenia pre všetky študované materiály bez prania

Na grafe č. 1 je zobrazená závislosť priemerných hodnôt SE na celom frekvenčnom pásme pre všetky študované vzorky. Je možné pozorovať, že SE so vzrastajúcou frekvenciou buď rastie alebo je konštantná. Rastúci logaritmický trend je možné pozorovať u vzorku, kde vodivú komponentu tvorí oceľové vlákno (STEEL-TWIN, STEEL-GRAY). Takmer lineárny vzrast SE so vzrastajúcou frekvenciou je možné pozorovať u vzorkou WEAR a NEW-DAYLITE. Konštantný priebeh SE so vzrastajúcou frekvenciou a zároveň najvyššou účinnosťou tienenia na celom frekvenčnom pásme je možné pozorovať u materiálov, kde vodivú komponentu tvorí striebro (SILVER-SILK a SILVER-TWIN). V tomto prípade sa účinnosť tienenia pohybuje od 50 do 60 dB.



Graf č. 1: Priemerné hodnoty frekvenčnej závislosti elektromagnetickej účinnosti tienenia, všetkých študovaných materiálov bez prania



Graf č. 2: Vplyv elektromagnetickej účinnosti tienenia na frekvenčnej závislosti 1,5 GHz pre všetky študované materiály bez prania na hladine $\alpha = 0,05$

Na grafe č. 2 sú zobrazené priemerné hodnoty elektromagnetickej účinnosti tienenia vrátane intervalov spoľahlivosti konštruovaných na hladine $\alpha = 0,05$, všetkých

študovaných materiálov bez prania vo vybraných frekvenčných pásmach. Z grafu je možné vidieť, že rozdiel medzi študovanými textilnými materiálmi je štatisticky významný (95% intervaly spoľahlivosti sa neprekrývajú) na hladine významnosti $\alpha = 0,05$. Najvyššiu účinnosť tienenia dosahuje materiál Silver silk (cca 57,4 dB pre frekvenciu 1,5 GHz), čo má za následok veľký obsah strieborného vlákna, ktoré zabezpečuje dobrú bariéru voči elektromagnetickému smogu. Materiál s najmenšou účinnosťou tienenia je materiál Wear (cca 30,4 dB pre frekvenciu 1,5 GHz), čo môže byť spôsobené nižšími obsahmi kovových vlákien, rozdielnou štruktúrou materiálu.

Z dosiahnutých výsledkov je možné určiť, že všetky študované textilné materiály dosahujú veľmi uspokojivé výsledky účinnosti tienenia a podľa tabuľky č. 6 ich môžeme označiť stupňom 5 - **Výborný**.

Stupeň	5	4	3	2	1
	Výborný	Veľmi dobrý	Dobrá	Stredný	Slabý
Efektivita tienenia [dB]	SE > 30 dB	30 dB ≥ SE > 20 dB	20 dB ≥ SE > 10 dB	10 dB ≥ SE > 7 dB	7 dB ≥ SE > 5 dB

Tab. 6: Špecifické požiadavky na textilie odolné voči elektromagnetickému smogu pre obecné použitie [36]

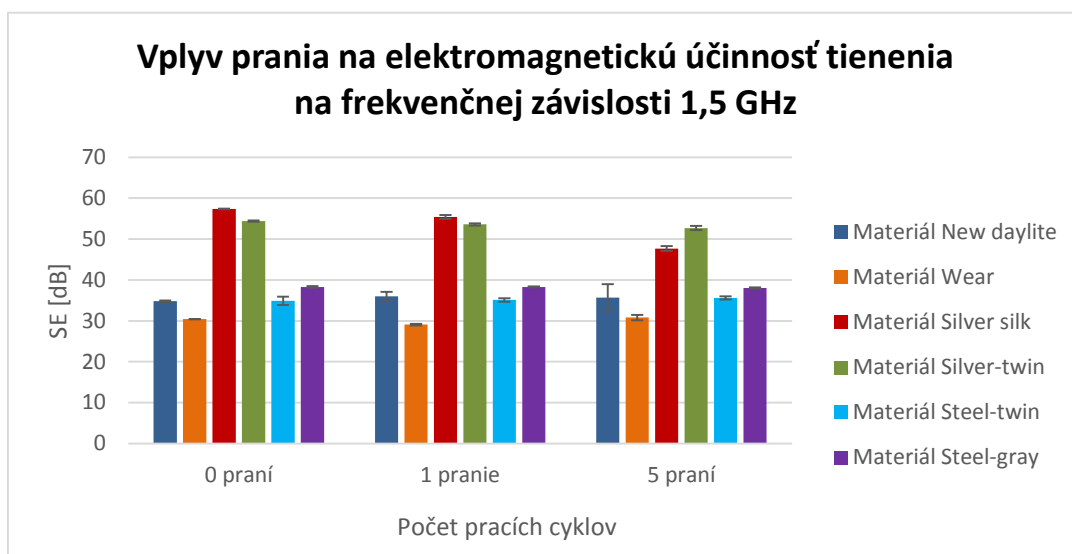
Vplyv údržby na frekvenčnú závislosť elektromagnetickej účinnosti tienenia

Vzhľadom k tomu, že sa predpokladá údržba materiálu práním, bol v tejto experimentálnej časti práce testovaný vplyv údržby na tieniacu účinnosť vzorkou.

Elektromagnetická účinnosť tienenia bola meraná na študovaných textilných materiáloch z hľadiska údržby materiálov jedenkrát a päťkrát. Pranie textilných materiálov prebiehalo na pračke značky Whirlpool AWO/C 6304 s predným plnením, bežným pracím prostriedkom, na 30° C, na základe odporúčania výrobcu študovaných textilných materiálov.

V prílohách sú zobrazené tabuľky pre každý študovaný textilný materiál bez prania, po prvom praní a po piatom praní, kde sú uvedené priemerné hodnoty a 95 % interval spoľahlivosti elektromagnetickej účinnosti tienenia [dB] pre vybrané frekvencie elektromagnetického pola.

V nasledujúcom grafe č. 3 je zobrazený vplyv prania na elektromagnetickú účinnosť tienenia na frekvenčnej závislosti 1,5 GHz.



Graf č. 3: Vplyv prania na elektromagnetickú účinnosť tienenia na frekvenčnej závislosti 1,5 GHz pre všetky študované materiály na hladine $\alpha = 0,05$.

Z grafu je možné vidieť, že pranie má vplyv na výslednú elektromagnetickú účinnosť tienenia (95% intervaly spoľahlivosti sa prekrývajú) na hladine významnosti $\alpha = 0,05$. K najväčšiemu rozdielu po piatom praní došlo u materiálu Silver silk, kde elektromagnetická účinnosť tienenia klesla o 9,7 dB. U ostatných študovaných textilných materiálov nie sú rozdiely po vypraní tak viditeľné.

Dá sa teda povedať, že praním neprišlo k veľkým zmenám elektromagnetickej účinnosti tienenia. Materiály môžeme stále zaraďovať podľa tabuľky č. 6 stupňom 5 – **Výborný**. Vzhľadom k tomu, že študované textilné materiály majú účel použitia ako závesy, tak u nich nebude dochádzať k častému praniu a ich účinnosť tienenia ani po piatom praní nezanechá na textilných materiáloch veľký rozdiel. Je možné, že účinnosť tienenia by klesla až po viacerom vypraní (cca 20 – 50 pracích cykloch).

6.3 Meranie vybraných úžitkových vlastností

Pre meranie úžitkových vlastností na bytových textíliách zabezpečujúcich ochranu proti elektromagnetickému smogu boli vybrané nasledujúce tri vlastnosti, a to: splývavosť, pevnosť a ťažnosť a horľavosť.

6.3.1 Splývavosť

Meranie splývavosti prebiehalo podľa starej normy ČSN EN 80 0835 – Skúšanie splývavosti plošných textílii priemetom, ktorá už síce nie je platná ale ešte sa stále používa. Norma, ktorá ju nahradila je ČSN EN ISO 9073-9 – Textílie – Metódy skúšania pre netkané textílie – časť 9: Zisťovanie splývavosti vrátane koeficientu splývavosti. [37]

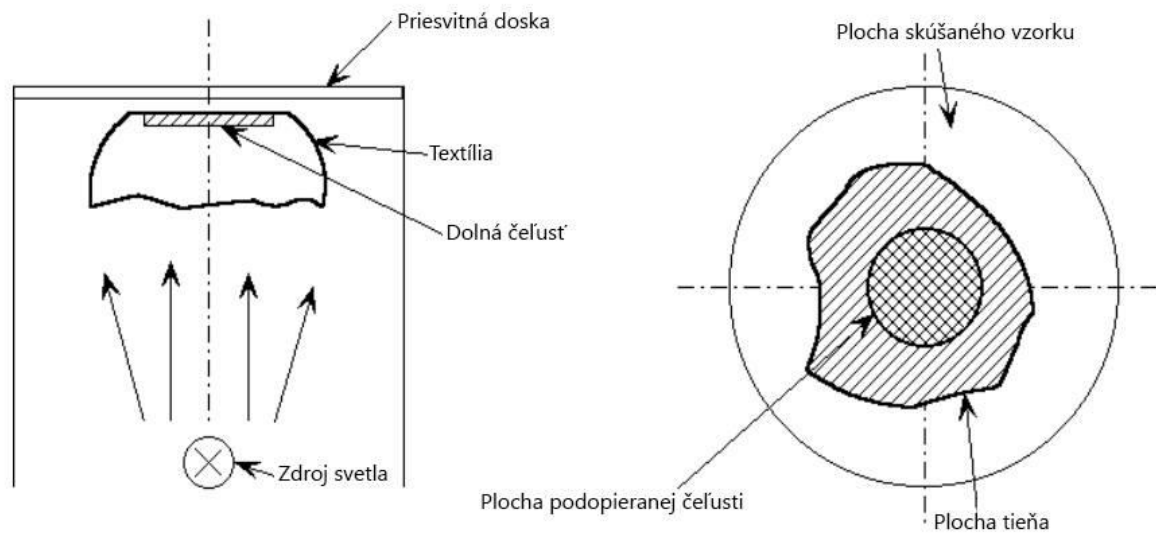
Podstatou tejto skúšky je zistiť splývavosť textílie podľa zakresleného tvaru premietnutého na ploche prístroja. Ak nastane prípad, v ktorom materiál vôbec nesplýva, tak sa plocha priemetu rovná skutočnej ploche skúšaného vzorku. Pri splývavom materiáli sa plocha priemetu stotožňuje s plochou vnútorného kruhu, ktorý drží tkaninu. [37]

Príprava skúšaných vzorkou:

Od každého skúšaného textilného materiálu sa vystrihla podľa šablóny vzorka o kruhovom priemere 30 mm. Vzorky by nemali mať žiadnu deformáciu a nemali by sa krčiť, pretože to môže ovplyvniť meranie.

Postup skúšky:

Vzorka textílie sa upevnila k hornej kruhovej doske o priemeru 180 mm z vrchnej a spodnej strany. Dosky spolu s textilnou vzorkou boli umiestnené na kruhový valec. Zapol sa svetelný zdroj, ktorý je umiestnený v spodnej časti valca. Priložil sa priesvitný papier na hornú časť valca, kde sa premietol obrys tieňa splývajúcej textilnej vzorky, ktorý sa obkreslil na papier farebnou ceruzkou. Takto sa postupne na priesvitný papier obkreslili všetky textilné vzorky. Nasledovala práca s planimetrom. Najprv sa skontrolovalo či je planimeter vynulovaný a neobsahuje žiadne údaje. Hrot planimetru sa postavil na zvolený štart na nakreslenom obryse. Planimetrom sa prešlo po celom obryse obrazca v smere hodinových ručičiek od štartu k štartu (cieľu). Z planimetru sa odčítali zobrazené hodnoty a vynásobili sa 10, tak vyšla hodnota v mm².



Obr. č. 19: Schéma zariadenia a znázornenie premietnutej textilnej vzorky [38]

Vyhodnotenie skúšky:

Namerané hodnoty sa štatisticky spočítali vyhodnotili a vypočíta sa splývavosť podľa nasledujúceho vzorca:

$$x = \frac{S - \overline{S_p}}{S_m} \cdot 100 \quad [\%]$$

x- splývavosť

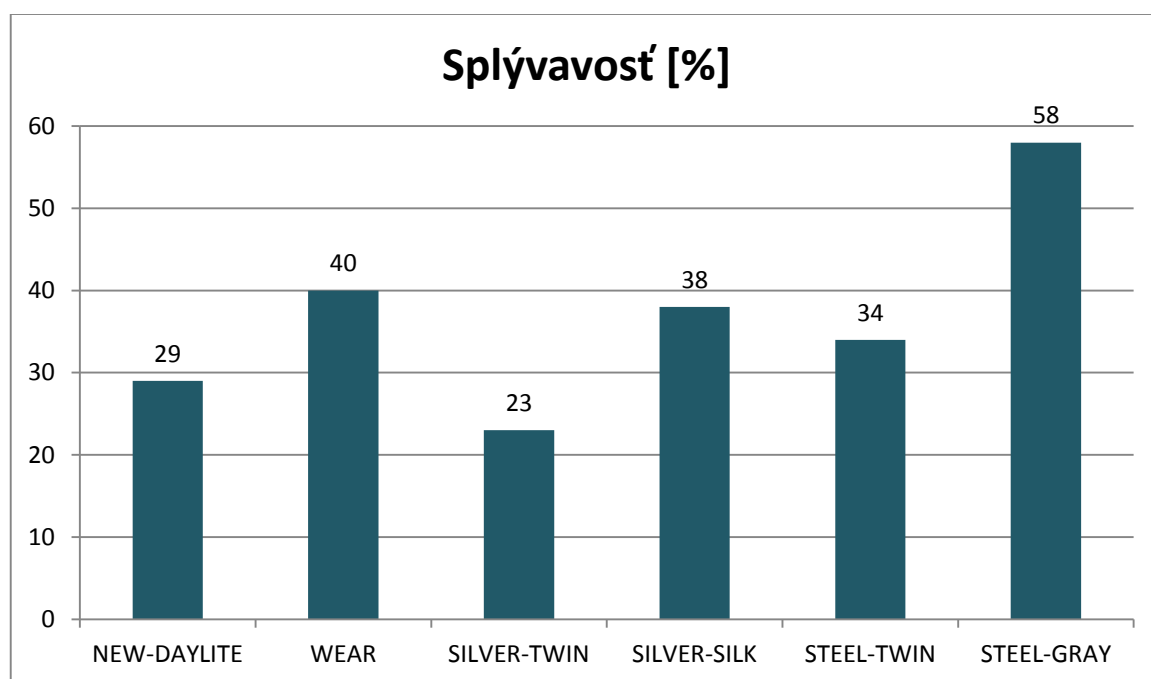
S – plocha skúšaného vzorku (70 686 mm²)

S_p – priemerná plocha priemetu skúšaného vzorku

S_m – rozdiel medzikružia (45 239 mm²)

Materiál	Plocha priemetu [mm²]	Splývavosť [%]
NEW-DAYLITE	57 860	29
WEAR	52 670	40
SILVER-TWIN	60 390	23
SILVER-SILK	53 750	38
STEEL-TWIN	55 200	34
STEEL-GRAY	44 360	58

Tab. 7: Namerané hodnoty splývavosti



Graf č. 2: Výsledky splývavosti

Pri práci s planimetrom má veľký vplyv ľudský faktor. Vzhľadom k tomu, že planimeter sa ovláda ručne a človek, ktorý s ním pracuje musí byť opatrný, aby nespravil chybu.

Z nameraných výsledkov je jasné, že najmenej splývavý je materiál SILVER-TWIN, ktorý má splývavosť 23% a najviac splývavý materiál je STEEL-GRAY, ktorý má splývavosť 58 %, čo je spôsobené ich konštrukčnými vlastnosťami, ktoré majú veľký vplyv na splývavosť.

6.3.2 Pevnosť a ťažnosť

Meraniu pevnosti a ťažnosti odpovedá norma ČSN EN ISO 13934 – 1(800812) A Textilie – Ťahové vlastnosti plošných textílii. Časť 1, zisťovanie maximálnej sily a ťažnosti pri maximálnej sile pomocou metódy Strip. [39]

Podstatou skúšky je stanoviť pevnosť a ťažnosť pri pretrhnutí skúšanej vzorky plošnej textilie o stanovených rozmeroch, ktoré vyplývajú z uvedenej normy.

Metóda Strip je ťahovou skúškou pre tkaniny, kde sa vzorka skúšaného materiálu upne tak, aby jej pozdĺžna stredná os prechádzala stredom predných hrán čeľustí, a aby sila pôsobila kolmo k švu, ktorý je umiestnený v strede upínacej dĺžky. [39]

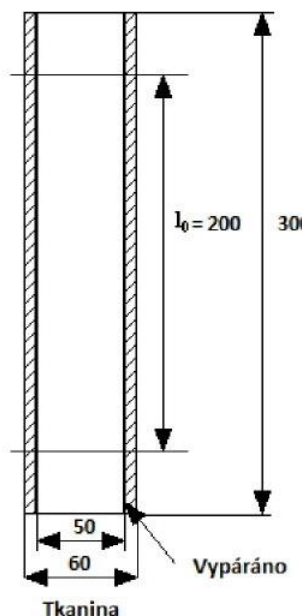
Skúška sa previedla pomocou trhacieho zariadenia Testometric, znázorneného na obr. č. 28. Prístroj sa skladá z hornej a dolnej pneumatickej čeľusti, ktoré sa ovládajú pomocou pedálov. Čeľuste majú zvlnené vnútorné strany, aby nedochádzalo k preklzávaniu skúšaných vzorkou.



Obr. č. 20: Trhací prístroj Testometric

Príprava skúšaných vzorkou:

Zo skúšaného textilného materiálu sa vystrihlo päť vzorkou v smere osnovy a päť vzorkou v smere útku. Textilná vzorka u tkanín sa vystrihla presne po niti o rozmeroch 300 x 60 mm a vypárala sa na šírku 50 mm. Upínacia vzdialenosť l_0 bola 200 mm.



Obr. č. 21: Tvar vzorkou pre skúšanie pevnosti a ťažnosti tkanín [39]

Postup skúšky:

Zaplo sa trhacie zariadenie Testometric a počítač, kde sa zaznamenáva najvyššia ťažnosť, najvyššie predĺženie a najvyššia sila potrebná k pretrhnutiu vzorky. Zaznamenané boli i štatistické hodnoty pre každý skúšanú textilnú vzorku.

Na skúšanom trhacom zariadení sa nastavila upínacia dĺžka l_0 200 mm \pm 1 mm, rýchlosť predĺženia 100 mm / min. a sila pre predpätie 2 N.

Skúšaná textilná vzorka sa upla do čelustí tak, aby jej predĺžená stredná os prechádzala stredom predných hrán čelustí a aby sila pôsobila kolmo k švu, ktorý je umiestnený v strede upínacej dĺžky. Po uzavretí horných čelusti sa vzorka zaťažená vlastnou hmotnosťou zaviedla bez predpätia do spodnej čelusti a svorka sa uzavrela. Spustilo sa zariadenie na počítači pre znázornenie najvyššej sily F . Pohyblivá svorka sa uviedla do chodu a skúšaná vzorka sa napínala až do jej pretrhnutia. Zaznamenala sa najvyššia sila

F [N], predĺženie pri najvyššej pevnosti Δl [mm] a ťažnosť pri najvyššej pevnosti ϵ [%]
a uviedlo sa či došlo k:

- a) k pretrhnutiu textílie
- b) k pretrhnutiu v čeľustiach
- c) k pretrhnutiu vo švoch
- d) k pretrhnutiu šijacích nití
- e) k vytáženiu nití
- f) ku kombinácii týchto možností.

Vyhodnotenie skúšky:

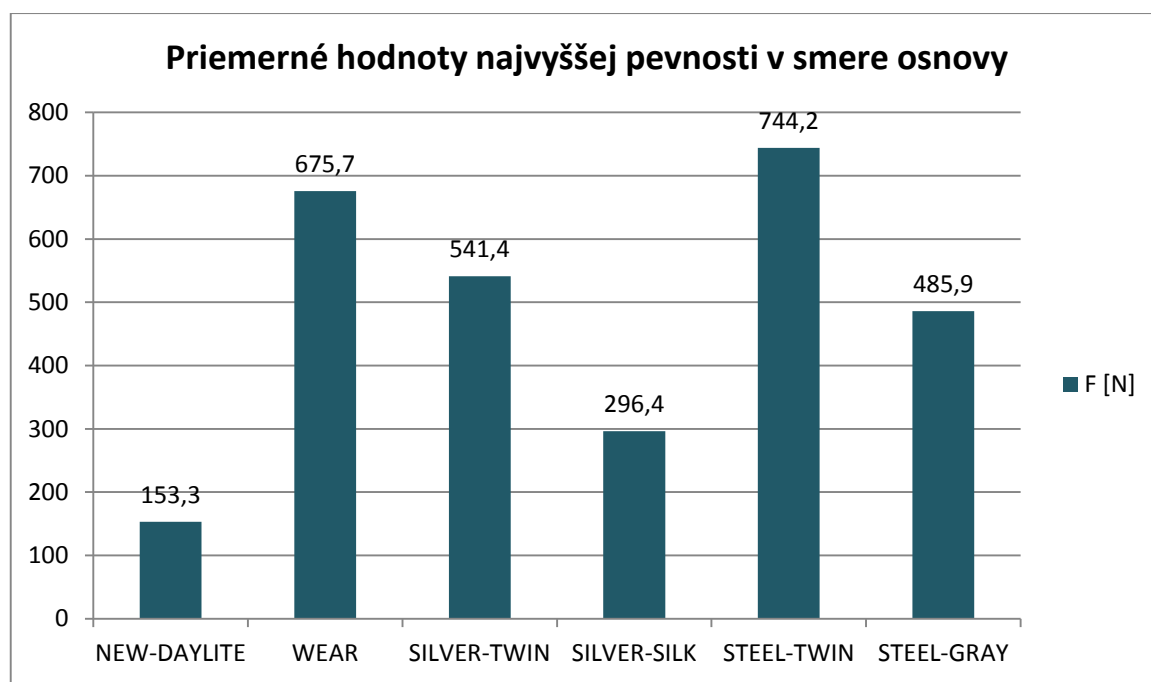
Namerané výsledky sa hodnotili zvlášť pre materiály testované v smere osnovy a zvlášť pre materiály testované v smere útku.

Namerané výsledky sa zaznamenali do protokolu o skúške, ktorý obsahuje: odkaz na normu, názov skúšaného materiálu, dátum vykonania skúšky, rýchlosť skúšky, predpätie, veľkosť vzorkou a upínaciu dĺžku Z nameraných výsledkov sa vypočítal priemer, rozptyl, smerodajná odchýlka, variačný koeficient, minimum a maximum. Ukážka jedného spracovaného protokolu je uvedená v tabuľke č. 6 a v tabuľke č. 7, ostatné spracované protokoly sú uvedené v prílohách. V grafoch 2 – 5 sú znázornené priemerné (stredné) hodnoty všetkých meraných vzorkou, ktoré znázorňujú najvyššiu priemernú pevnosť a najvyššiu priemernú ťažnosť v smere osnovy a v smere útku pre daný materiál. V grafoch 6 – 7 je znázornené porovnanie priemerných (stredných) hodnôt všetkých meraných vzorkou, znázorňujúcich najvyššiu priemernú pevnosť a najvyššiu priemernú ťažnosť ako v smere osnovy, tak i v smere útku.

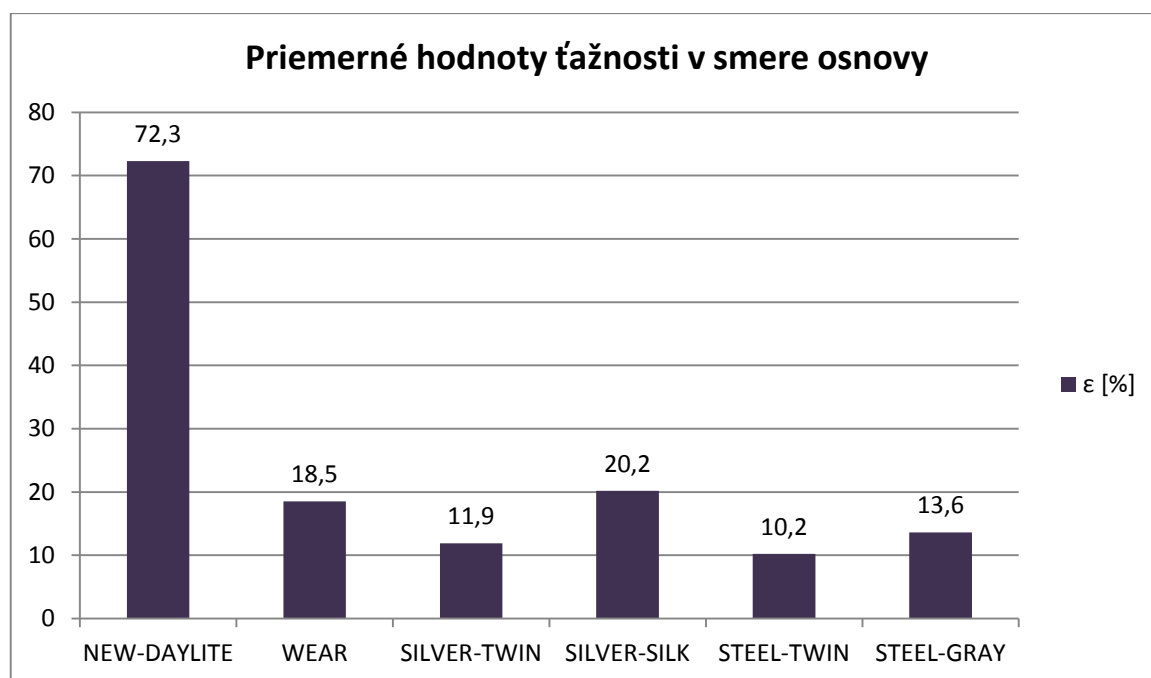
Vyhodnotenie skúšky v smere osnovy

ČSN EN ISO 13934-1		Dátum: 2.12.2014	
Rýchlosť skúšky: 100 mm/min		Vzorky: 50 x 200 mm	
Predpätie: 2N		Upínacia dĺžka l ₀ : 200 mm	
NEW-DAYLITE			
Osnova	Najvyššia pevnosť F [N]	Predĺženie pri najvyššej pevnosti Δ l [mm]	Ťažnosť pri najvyššej pevnosti ε [%]
1.	148,560	137,093	68,297
2.	153,900	150,775	74,481
3.	166,390	150,175	74,814
4.	160,970	151,596	75,254
5.	136,670	136,120	67,780
Priemer	153,298	145,152	72,254
Rozptyl	132,388	61,230	14,025
Smerodajná odchýlka	11,506	7,825	3,745
Variačný koeficient	7,506	5,391	5,193
Minimum	136,670	151,596	75,254
Maximum	166,390	136,120	67,780

Tab. 8: Ukážka spracovaného protokolu pevnosti a ťažnosti v smere osnovy, materiál NEW-DAYILITE



Graf č. 3: Priemerné hodnoty najvyššej pevnosti v smere osnovy



Graf č. 4: Priemerné hodnoty najvyššej ťažnosti v smere osnovy

Pri meraní pevnosti a ťažnosti textilných vzorkou, došlo u všetkých šiestich materiálov k pretrhnutiu vo šve. Ani jedenkrát nenastal prípad pretrhnutia celého textilného materiálu alebo pretrhnutie textilného materiálu v čeľustiach.

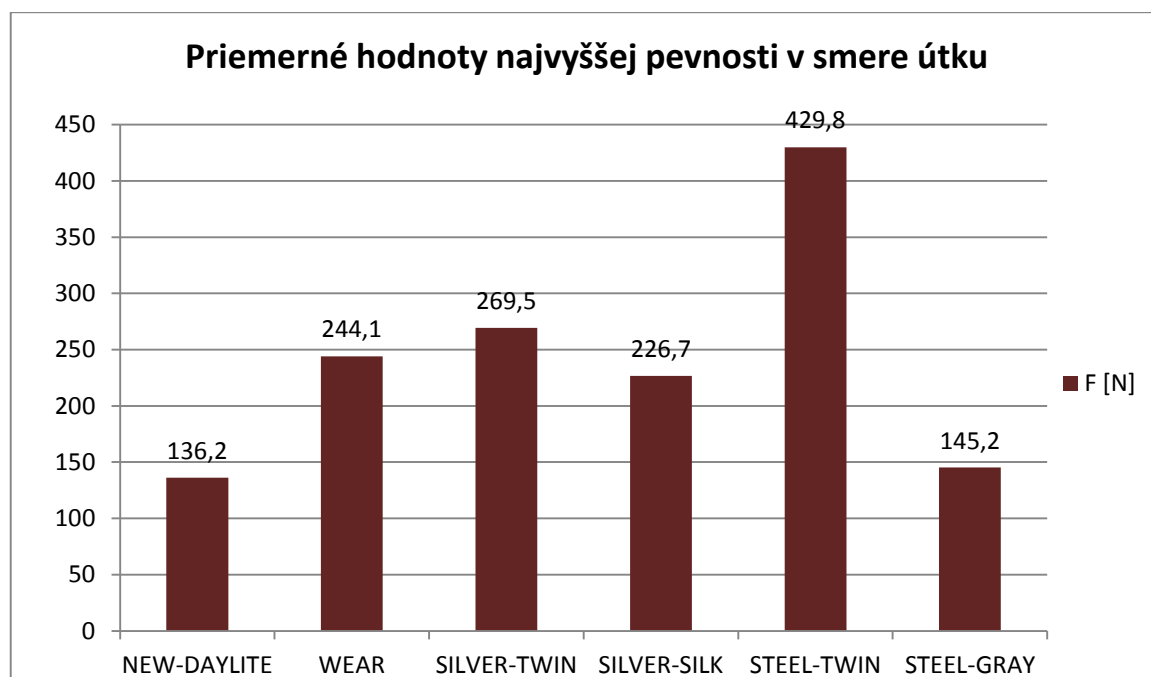
Namerané priemerné hodnoty najvyššej pevnosti a ťažnosti v smere osnovy sú pre každý materiál odlišné.

Najvyššiu pevnosť v smere osnovy má materiál STEEL-TWIN (744,2 N), ktorý má zároveň aj najnižšiu ťažnosť (10,2 %). Najnižšiu pevnosť má materiál NEW-DAYLITE (153,3 N) a zároveň má aj najvyššiu ťažnosť (72,3 %).

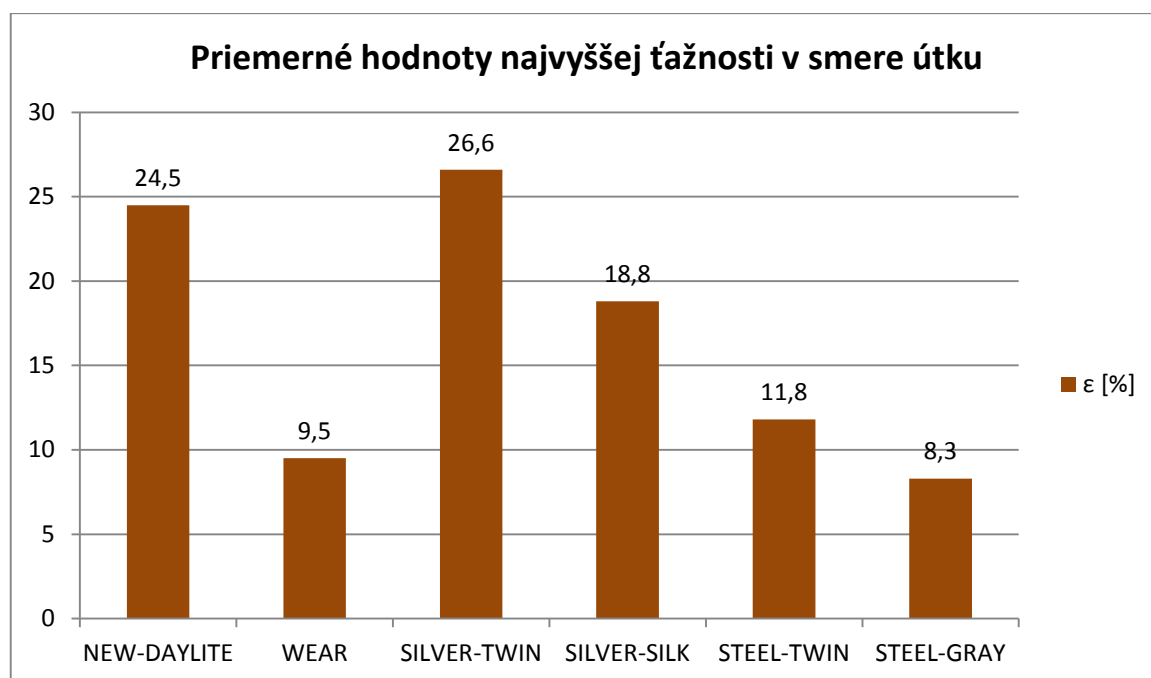
Vyhodnotenie skúšky v smere útku

ČSN EN ISO 13934-1		Dátum: 2.12.2014	
Rýchlosť skúšky: 100 mm/min		Vzorky: 50 x 200 mm	
Predpätie: 2N		Upínacia dĺžka l ₀ : 200 mm	
NEW-DAYLITE			
Útok	Najvyššia pevnosť F [N]	Predĺženie pri najvyššej pevnosti Δ l [mm]	Ťažnosť pri najvyššej pevnosti ε [%]
1.	128,540	49,568	24,507
2.	127,150	48,843	24,278
3.	133,520	57,403	28,410
4.	140,500	46,141	22,943
5.	151,210	45,606	22,720
Priemer	136,184	49,512	24,572
Rozptyl	97,891	22,335	5,226
Smerodajná odchýlka	9,894	4,726	2,286
Variačný koeficient	7,265	9,545	9,303
Minimum	127,150	45,606	22,720
Maximum	151,210	57,403	28,410

Tab. 9: Ukážka spracovaného protokolu pevnosti a ťažnosti v smere útku, materiál NEW-DAYILITE



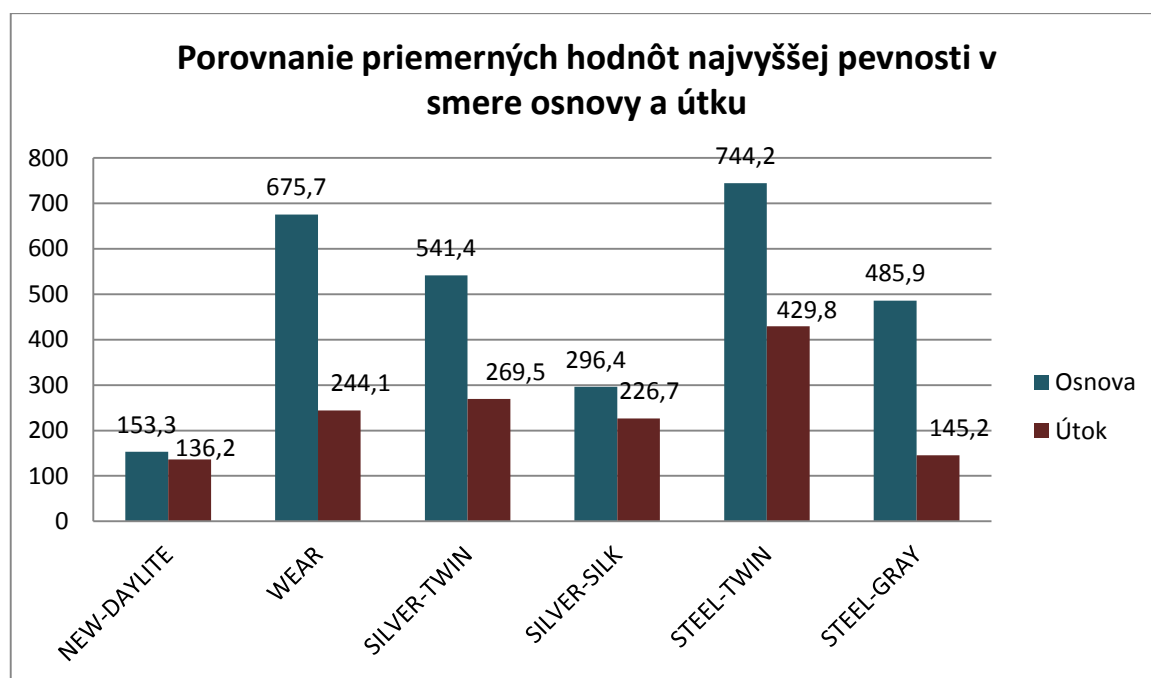
Graf č. 5: Priemerné hodnoty najvyššej pevnosti v smere útku



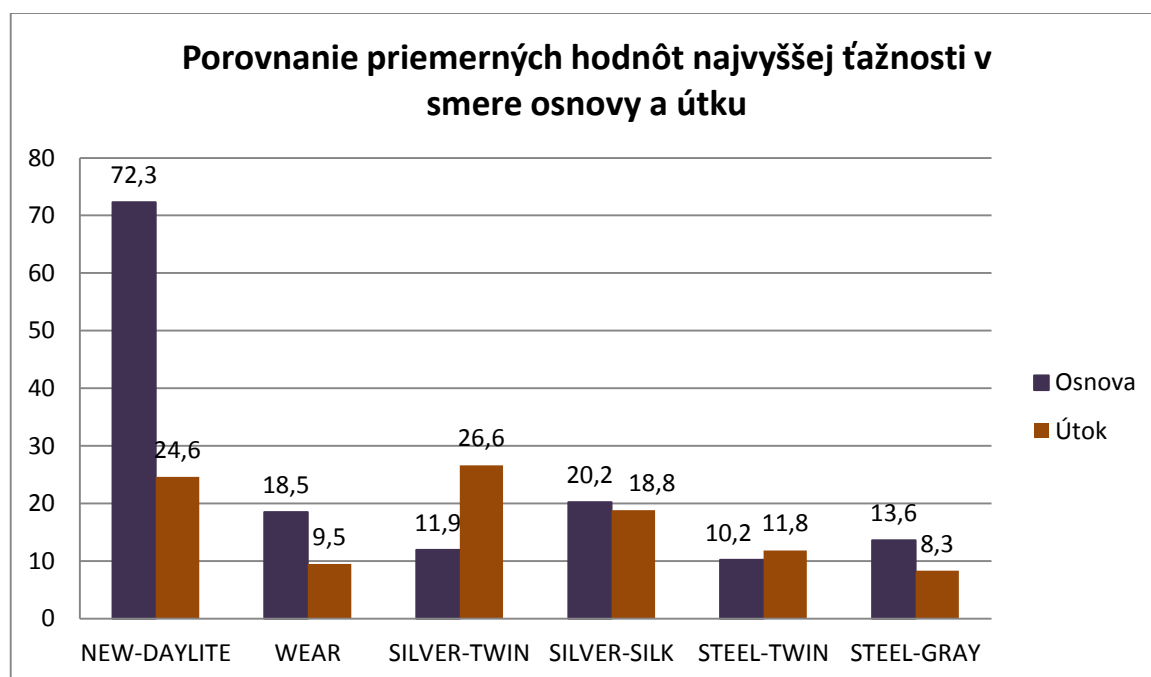
Graf č. 6: Priemerné hodnoty najvyššej ťažnosti v smere útku

Tak ako u textilných vzorkou po osnove aj pri meraní pevnosti a ťažnosti textilných vzorkou v smere útku, došlo u každého skúšaného vzorku k pretrhnutiu vo švoch. Nenastal prípad pretrhnutia textílie, ani prípad pretrhnutia vo švoch.

Najvyššiu priemernú pevnosť v smere útku mal textilný materiál STEEL-TWIN (428,9 N) a najnižšiu pevnosť mal materiál NEW-DAYLITE (136,2 N). Najvyššiu ťažnosť zaznamenal textilný materiál SILVER-TWIN (26,6 %) a najnižšiu ťažnosť mal materiál STEEL-GRAY (8,3%).



Graf č. 7: Porovnanie priemerných hodnôt najvyššej pevnosti v smere osnova a útku



Graf č. 8: Porovnanie priemerných hodnôt najvyššej ťažnosti v smere osnova a útku

Na základe porovnania priemerných hodnôt najvyššej pevnosti a ťažnosti v smere osnova a útku, ktoré sú znázornené na grafoch č. 5 a 6 vyplýva, že textilný materiál s najvyššou pevnosťou v smere osnova je teda materiál STEEL-TWIN (744,2 N), ktorý má zároveň aj najvyššiu pevnosť v smere útku (429,8 N). Textilný materiál s najnižšou pevnosťou v smere osnova je materiál NEW-DAYLITE (153,3 N), ktorý má zároveň aj najnižšiu

pevnost' v smere útku (136,2 N). Najvyššiu ťažnosť má v smere osnovy textilný materiál NEW-DAYLITE (72,3%), najnižšiu ťažnosť v smere osnovy má materiál STEEL-TWIN (10,2%). Najvyššiu ťažnosť v smere útku má materiál SILVER-TWIN (26,6%) a najnižšiu ťažnosť v smere útku má materiál STEEL-GRAY (8,3 %).

Z celkových výsledkov je možné označiť za najpevnejší textilný materiál v smere osnovy i útku, materiál STEEL-TWIN. Najmenej pevný materiál v smere osnovy i útku je materiál NEW-DAYLITE.

Tieto namerané výsledky vyplývajú z konštrukčných parametrov použitých tkanín, ktoré sa od seba líšia svojím materiálovým zložením, obsahom vodivej komponenty, hustotou, jemnosťou, väzbou tkanín a pod..

Pri porovnaní pevnosti a ťažnosti v smere osnovy a v smere útku, majú merané textilné materiály vždy väčšiu pevnosť a ťažnosť v smere osnovy, ako v smere útku. Je to spôsobené tým, že v smere osnovy je tkanina hustejšia.

6.3.3 Horľavosť

Horľavosť bola testovaná podľa normy ČSN EN ISO 15025 – Ochranné odevy – Ochrana proti teplu a ohni – Metóda skúšania pre obmedzené šírenie plameňa. Podstatou tejto skúšky je stanoviť vlastnosti pri obmedzenom šírení plameňa textílii umiestnených v zvislej polohe. Pri skúške sa zisťuje doba horenia plameňa, doba dohorievania spaľovaním, či plameň dosiahol okraje vzorky, vyskytnutie odpadnutej častice, plamene horiacej častice a diera. [40]

Zariadenie, na ktorom sa testovala táto norma, sa nazýva M233B Shirley flammability tester znázornené na obr. č. 30. Ide o zariadenie pre vertikálne skúšanie textílii – test horľavosti u zvislo umiestnených vzorkou. Zariadenie obsahuje samostatný kovový držiak, na ktorý sa umiestnia pripravené vzorky podľa normy.



Obr. č. 22: Zariadenie M233B

Príprava skúšaných vzorkou:

Od každého skúšaného textilného materiálu sa vystrihlo 6 vzorkou v pozdĺžnom smere a 6 vzorkou v priečnom smere o rozmeroch $(200 \pm 2 \text{ mm}) \times (160 \pm 2 \text{ mm})$. Vzorky musia byť kondicionované v štandardnej atmosfére 24 hodín pred testovaním v ovzduší o teplote $20 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a relatívnej vlhkosti vzduchu $65 \pm 5 \text{ \%}$.

Pri meraní bola teplota ovzdušia $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a relatívna vlhkosť vzduchu bola 43 \% , čo odpovedalo norme.

Postup skúšky:

Pripravená vzorka obdĺžnikového tvaru sa upevnila na hroty kovového držiaka, ktorý sa vložil do rámu zariadenia. Skontrolovalo sa či hroty držiaka prechádzajú bodmi na vzorke označených pomocou šablóny. Skontrolovala sa poloha horáku, parametre plameňa a jeho nastavenia. Držiak vzorku sa upevnil do hlavného rámu vo vertikálnej polohe. Pod držiak sa umiestnil filtračný papier. Na ovládacom paneli sa zvolil program skúšky a stlačením tlačidla “Test“ sa spustila vybraná norma. Pomyselné sa skontrolovalo či plameň bude zasahovať skúšanú vzorku na správnom mieste. Horák bol najprv v pôvodnej polohe.

Plameň sa predhrieval 10 sekúnd. Potom sa horák umiestnil do vodorovnej polohy k skúšanému vzorku. Po 10 sekundách pôsobenia plameňa na skúšanú vzorku horák zhasol a vrátil sa do pôvodnej polohy. Na skúšanom vzorku sme pozorovali a zaznamenávali údaje, uvedené v tab. 10. Doba horenia sa počíta od uhasnutia plameňa z horáku a meria sa do tej doby, kým plameň sám zhasne. Po zhasnutí sa na vzorke zaznamenáva doba dohorievania spaľovaním. Materiál sa nechal vychladnúť a odobral sa z kovového držiaka. Kovový držiak sa vyčistil a pripravil na ďalšie meranie. Takto sa vykoná skúška u všetkých skúšaných textilných vzorkou šesťkrát v ploche a šesťkrát v hrane.

Vyhodnotenie skúšky:

Namerané výsledky sa hodnotili zvlášť pre materiály testované v smere osnovy a zvlášť pre materiály testované v smere útku.

Namerané výsledky sa zaznamenali do protokolu o skúške, ktorý obsahuje: odkaz na normu, názov skúšaného materiálu, typ použitého plynu a dátum vykonania skúšky. Z nameraných výsledkov sa vypočítal priemer, rozptyl, smerodajná odchýlka, variačný koeficient. Ukážka jedného spracovaného protokolu je uvedená v tabuľke č. 7 a v tabuľke č. 8, ostatné spracované protokoly sú uvedené v prílohách na str..

Vyhodnotenie skúšky po dĺžke (v smere osnovy)

Materiál NEW-DAYLITE

Podľa údajov z tabuľky č. 7 a z grafu č. 2 vyplýva, že materiál mal najnižšiu dobu dohorievania v smere osnovy 21,06 sekúnd. Z toho vyplýva, že materiál horel veľmi rýchlo a intenzívne, odkvapával a zapálil filtračný papier. Doba dohorievania spaľovaním nebola žiadna, materiál dohorieval plameňom. Vznikli uhoľnaté horiace zvyšky, diera sa vytvorila po celom materiáli, plameň dosiahol okraje vzorky a spaľovanie mimo pôsobenia ohňa nevzniklo. Materiál zhorel celý a zostali z neho iba malé častice.

Materiál WEAR

Podľa údajov z prílohy č. 1 a z grafu č. 2 vyplýva, že materiál mal priemernú dobu horenia v smere osnovy 48,91 sekúnd. Materiál mal dobu dohorievania spaľovaním 33,83 sekúnd. Na materiáli nevznikli uhoľnaté horiace zvyšky, výskyt zvyškov horenia sa vyskytol, diera minimálne 5 mm vznikla, plameň dosiahol zvyšky okraja vzorky a vzniklo spaľovanie mimo pôsobenia ohňa. Materiál neodkvapkával. Na zhorených miestach materiálu vznikla mriežka – drobná lesklá pavučina, čo bolo spôsobené pravdepodobne materiálovým zložením, kde bavlna na niektorých miestach vyhorela a zostalo striebro, ktoré zanechalo lesk. V okolí mednatého vlákna sa materiál mierne drobil.

Materiál SILVER-TWIN

Podľa údajov z prílohy č. 3 a z grafu č. 2 vyplýva, že materiál mal najväčšiu dobu horenia v smere osnovy a to 59,30 sekúnd. Doba dohorievania spaľovaním nebola žiadna. Na materiáli vznikli uhoľnaté horiace zvyšky, výskyt zvyškov horenia sa nevyskytol, diera minimálne 5 mm sa vytvorila, plameň dosiahol zvyšky okraja vzorky a vzniklo spaľovanie mimo pôsobenia ohňa. Materiál horel silno a pomalšie. Dohorieval plameňom, filtračný papier sa nezapálil. Neodkvapkával a mierne sa drobil.

Materiál SILVER-SILK

Podľa údajov z prílohy č. 5 a z grafu č. 2 vyplýva, že materiál mal priemernú dobu horenia 35,98 sekúnd. Doba dohorievania spaľovaním nebola žiadna. Na materiáli vznikli uhoľnaté horiace zvyšky, vyskytli sa zvyšky horenia, diera minimálne 5 mm sa vytvorila, plameň dosiahol zvyšky okraja vzorky a vzniklo spaľovanie mimo pôsobenia ohňa. Materiál horel rýchlejšie a zhorel celý bez zvyškov, odpadnutý materiál zapálil filtračný papier, ktorý zhorel spolu s ním.

Materiál STEEL-TWIN

Podľa údajov z prílohy č. 7 a z grafu č. 2 vyplýva, že materiál mal väčšiu dobu horenia 59,08 sekúnd. Doba dohorievania spaľovaním trvala 60,92 sekúnd. Na materiáli nevznikli uhoľnaté horiace zvyšky a nevyskytli sa zvyšky horenia, nevytvorila sa diera minimálne 5 mm, plameň dosiahol okraje vzorky a vzniklo spaľovanie mimo pôsobenia ohňa. Materiál horel postupne intenzívnym plameňom. Najprv vyhorela jedna zložka materiálu (bavlna) a okraj zostal naďalej pevný. Materiál dlho dohorieval postupným spaľovaním.

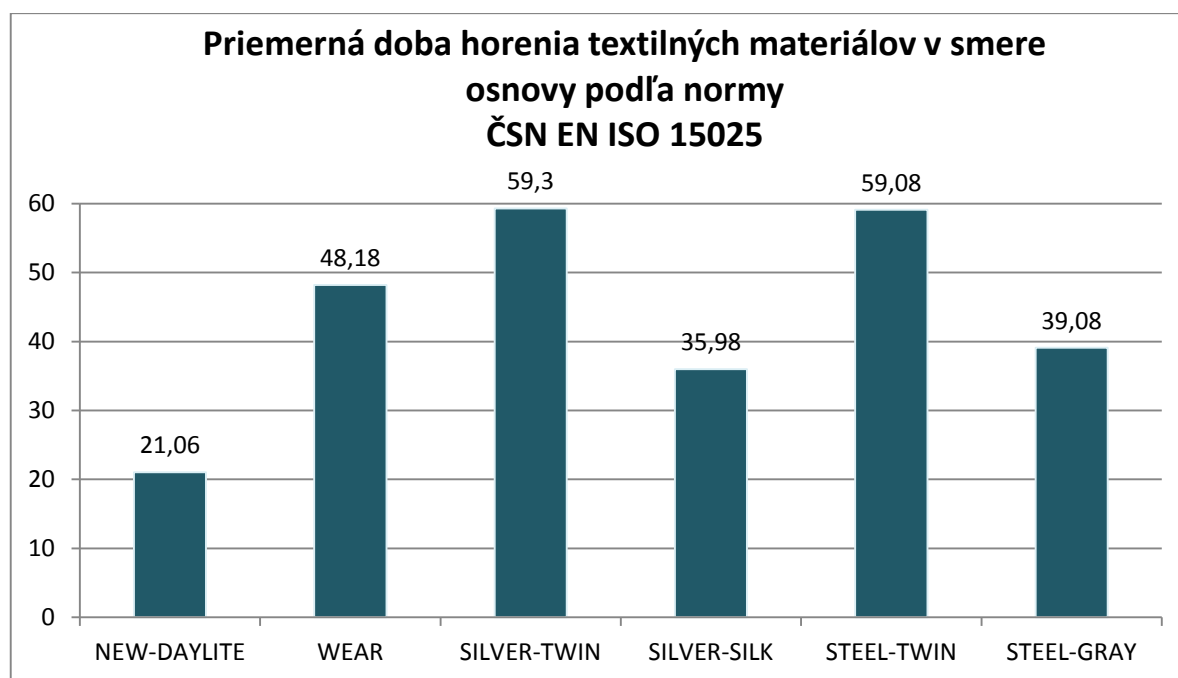
Zvyšky horiacej zložky boli pevné a jemné na dotyk. Štruktúra materiálu zostala a vytvorili si na ňom mierne fláky, ktoré postupne vyhoreli. Nedrobil sa.

Materiál STEEL-GRAY

Podľa údajov z prílohy č. 9 a grafu č. 2 vyplýva, že materiál mal priemernú dobu horenia 39,08 sekúnd. Doba dohorievania spaľovaním bola 4 sekundy. Na materiáli nevznikli uhoľnaté horiace zvyšky a nevyskytli sa zvyšky horenia, nevytvorila sa diera minimálne 5 mm, plameň dosiahol okraje vzorky a nevzniklo spaľovanie mimo pôsobenia ohňa. Materiál horel postupne. Nezapálil filtračný papier. Jedna zložka materiálu vyhorela (bavlna) ale materiál zostal naďalej pevný, ohorený a nedrobil sa. Štruktúra tkaniny zostala a postupne sa spaľovala ďalšia zložka materiálu.

ČSN EN ISO 15205					Dátum: 5.12.2014		
Typ plynu: propan-butan					Vzorky: 160 x 200 mm		
NEW-DAYLITE							
Po dĺžke (po osnove)	Doba horenia plameňom [s]	Doba dohorievania spaľovaním [s]	Horiace zvyšky	Výskyt zvyškov horenia	Vytvorenie diery min. 5 mm	Plameň dosiahol okraje vzorku	Spaľovanie mimo pôsobenia ohňa
1.	20,6	0,0	áno	áno	celý zhorel	áno	-
2.	22,5	0,0	áno	áno	celý zhorel	áno	-
3.	19,4	0,0	áno	áno	celý zhorel	áno	-
4.	20,8	0,0	áno	áno	celý zhorel	áno	-
5.	21,2	0,0	áno	áno	celý zhorel	áno	-
6.	21,9	0,0	áno	áno	celý zhorel	áno	-
Priemer	21,06	0,0	-	-	-	-	-
Rozptyl	0,97	0,0	-	-	-	-	-
Smerodajná odchýlka	0,99	0,0	-	-	-	-	-
Variačný koeficient [%]	4,68	0,0	-	-	-	-	-

Tab. 10: Ukážka spracovaného protokolu v smere osnovy materiál NEW-DAYLITE



Graf č. 9: Priemerná doba horenia textilných materiálov v smere osnovy podľa normy

ČSN EN ISO 15025

Vyhodnotenie skúšky po šírke (v smere útku)

Pri skúške po šírke (v smere útku) sa textilné materiáli chovali rovnako a mali rovnaké vlastnosti ako pri skúške po dĺžke (v smere osnovy). Líšili sa od seba len dobou horenia plameňom a dobou dohorievania spaľovaním.

Materiál NEW-DAYLITE

Podľa údajov z tabuľky č. 8 a z grafu č. 3 vyplýva, že materiál mal najnižšiu dobu horenia plameňom 19,46 sekúnd. Doba dohorievania spaľovaním nebola žiadna. Vznikli uhoľnaté horiace zvyšky, diera sa vytvorila po celom materiáli, plameň dosiahol okraje vzorky a spaľovanie mimo pôsobenia ohňa nevzniklo. Materiál zhorel celý a zostali z neho iba malé častice. Materiál sa správal rovnako ako v smere po dĺžke (po osnove).

Materiál WEAR

Podľa údajov z prílohy č. 2 a z grafu č. 3 vyplýva, že materiál mal priemernú dobu horenia plameňom 31,35 sekúnd. Doba dohorievania spaľovaním bola 36,4 sekúnd. Na materiáli nevznikli uhoľnaté horiace zvyšky, výskyt zvyškov horenia sa vyskytol, diera minimálne 5 mm vznikla, plameň dosiahol zvyšky okraja vzorky a vzniklo spaľovanie mimo pôsobenia ohňa. Materiál neodkvapával. Materiál sa správal rovnako ako v smere po dĺžke (po osnove).

Materiál SILVER-TWIN

Podľa údajov z prílohy č. 4 a z grafu č. 3 vyplýva, že materiál mal najväčšiu dobu horenia plameňom 45,43 sekúnd. Doba dohorievania spaľovaním bola 7,13 sekúnd. Na materiáli vznikli uhoľnaté horiace zvyšky, výskyt zvyškov horenia sa nevyskytol, diera minimálne 5 mm sa vytvorila, plameň dosiahol zvyšky okraja vzorky a vzniklo spaľovanie mimo pôsobenia ohňa. Materiál sa správal rovnako ako v smere po dĺžke (po osnove).

Materiál SILVER-SILK

Podľa údajov z prílohy č. 6 a z grafu č. 3 vyplýva, že materiál mal priemernú dobu horenia 25,48 sekúnd. Doba dohorievania spaľovaním nebola žiadna. Na materiáli vznikli uhoľnaté horiace zvyšky, vyskytli sa zvyšky horenia, diera minimálne 5 mm sa vytvorila, plameň dosiahol zvyšky okraja vzorky a vzniklo spaľovanie mimo pôsobenia ohňa. Materiál sa správal rovnako ako v smere po dĺžke (po osnove).

Materiál STEEL-TWIN

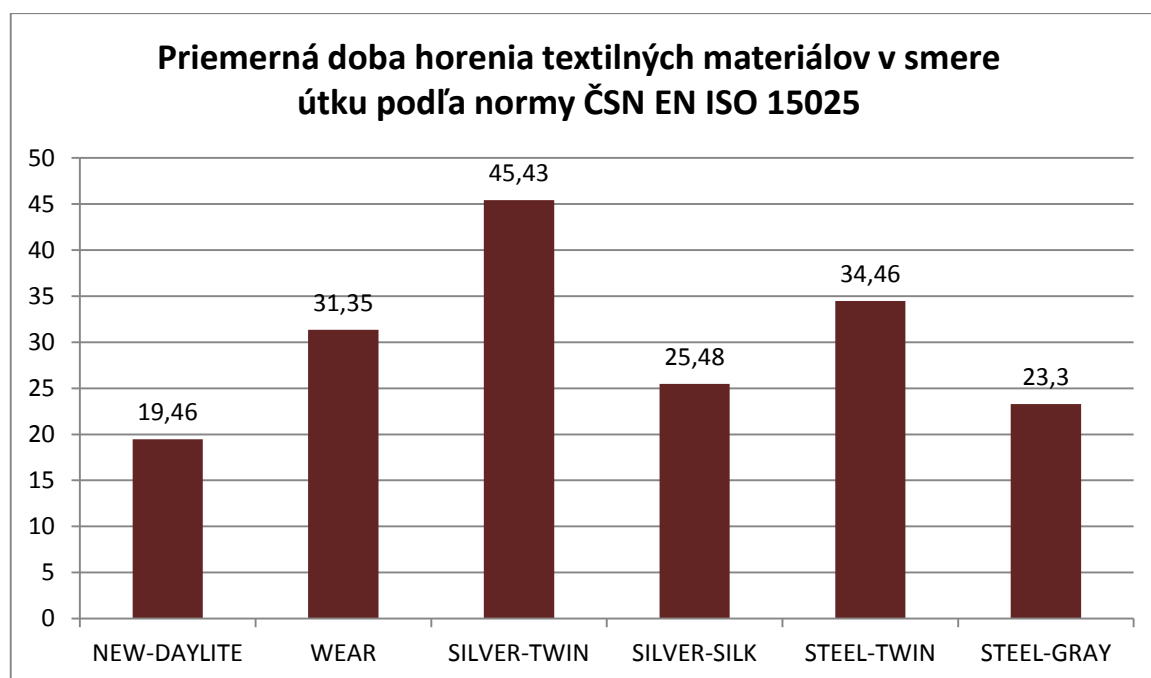
Podľa údajov z prílohy č. 8 a z grafu č. 3 vyplýva, že materiál mal priemernú dobu horenia 34,46 sekúnd. Doba dohorievania spaľovaním bola 60,48 sekúnd. Na materiáli nevznikli uhoľnaté horiace zvyšky a nevyskytli sa zvyšky horenia, nevytvorila sa diera minimálne 5 mm, plameň dosiahol okraje vzorky a vzniklo spaľovanie mimo pôsobenia ohňa. Materiál sa správal rovnako ako v smere po dĺžke (po osnove).

Materiál STEEL-GRAY

Podľa údajov z prílohy č. 10 a z grafu č. 3 vyplýva, že materiál mal priemernú dobu horenia 23,3 sekúnd. Doba dohorievania spaľovaním bola 37,41 sekúnd. Na materiáli nevznikli uhoľnaté horiace zvyšky a nevyskytli sa zvyšky horenia, nevytvorila sa diera minimálne 5 mm, plameň dosiahol okraje vzorky a nevzniklo spaľovanie mimo pôsobenia ohňa. Materiál sa správal rovnako ako v smere po dĺžke (po osnove).

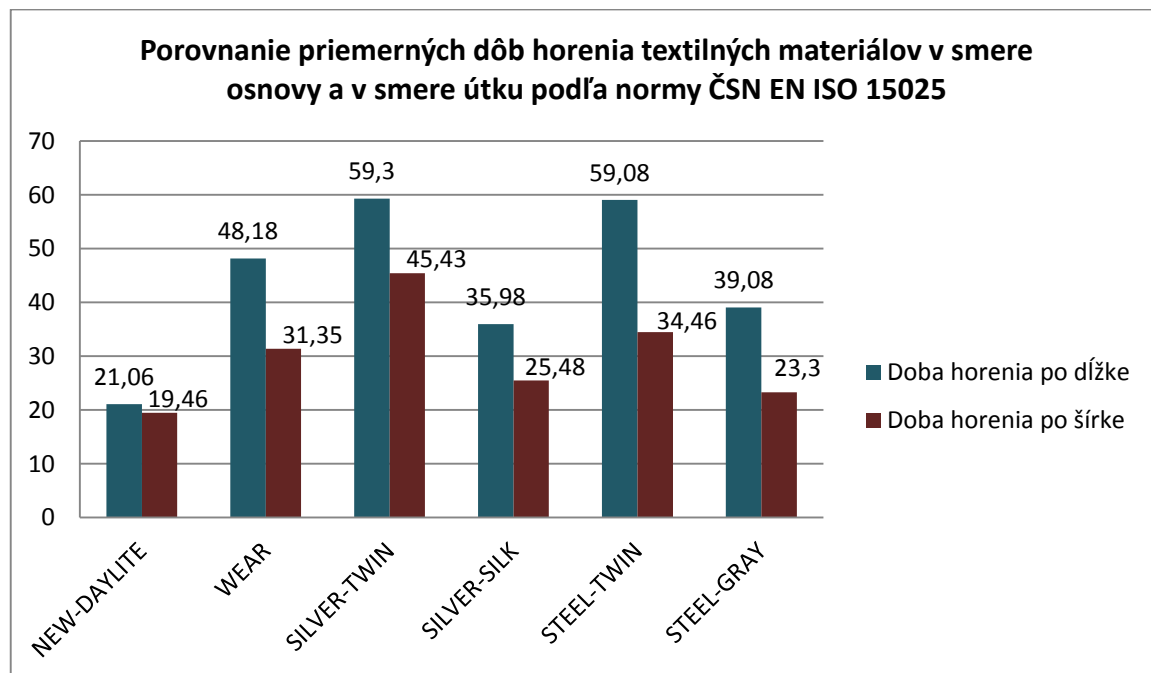
ČSN EN ISO 15205					Dátum: 5.12.2014		
Typ plynu: propan-butan					Vzorky: 160 x 200 mm		
NEW-DAYLITE							
Po šírke (po útku)	Doba horenia plameňom [s]	Doba dohorievania spaľovaním [s]	Horiace zvyšky	Výskyt zvyškov horenia	Vytvorenie diery min. 5 mm	Plameň dosiahol okraje vzorku	Spaľovanie mimo pôsobenia ohňa
1.	19	0,0	áno	áno	celý zhorel	áno	-
2.	18,9	0,0	áno	áno	celý zhorel	áno	-
3.	19,7	0,0	áno	áno	celý zhorel	áno	-
4.	19,4	0,0	áno	áno	celý zhorel	áno	-
5.	20	0,0	áno	áno	celý zhorel	áno	-
6.	19,8	0,0	áno	áno	celý zhorel	áno	-
Priemer	19,46	0,0	-	-	-	-	-
Rozptyl	0,16	0,0	-	-	-	-	-
Smerodajná odchýlka	0,41	0,0	-	-	-	-	-
Variačný koeficient [%]	2,09	0,0	-	-	-	-	-

Tab. 11: Ukážka spracovaného protokolu v smere útku materiál NEW-DAYLITE



Graf č. 10: Priemerná doba horenia textilných materiálov v smere útku podľa normy

ČSN EN ISO 15025



Graf č. 11: Porovnanie priemerných dôb horenia textilných materiálov v smere osnovy a v smere útku podľa normy ČSN EN ISO 15025

Pri tejto skúške sa niektoré vzorky z textilných materiálov chovali rôzne. Čo je spôsobené tým, že horľavosť môže rôzne ovplyvňovať materiálové zloženie, plošnú hmotnosť, väzbu, dostavu a pod. Každá textilná vzorka pripravená podľa rozmerov vyplývajúcich z normy, bola vystavená ohňu šesťkrát po dĺžke (v smere osnovy) a šesťkrát po šírke (v smere útku) a ich správanie bolo po vždy rovnaké a odlišovali sa od seba len dobou horenia plameňom a dobou dohorievania spaľovaním. Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že najkratšiu dobu horenia v smere osnovy i v smere útku má materiál NEW-DAYLITE a najdlhšiu dobu horenia v smere osnovy i v smere útku má materiál SILVER-TWIN, čo je spôsobené tým, že materiál NEW-DAYLITE je záclonového charakteru a má najnižšiu hustotu. Horel veľmi rýchlo a intenzívne a materiál zhorel celý ako v smere osnovy, tak i v smere útku. Materiál SILVER-TWIN má veľkú plošnú hmotnosť, má väčšiu hrúbku a je hustejšieho charakteru. Horel pomalšie silným ohňom a postupne dohorieval horením.

Z grafu č. 4 je zrejmé, že u všetkých materiálov je priemerná doba horenia plameňom dlhšia v smere osnovy ako v smere útku. Vyplýva to z toho, osnova je hustejšia ako útok a taktiež z toho, že po šírke materiál horí rýchlejšie, pretože plameň zasiahne najprv okraj materiálu a potom sa začne šíriť po celej ploche.

Záver

Cieľom tejto práce bol vplyv vybraných úžitkových vlastností textílií zabezpečujúcich ochranu proti elektromagnetickému smogu. Sledované úžitkové vlastnosti boli: splývavosť, pevnosť a ťažnosť, nehorľavosť. Všetky tieto vlastnosti sú popísané v kapitole 5.

V práci bola taktiež meraná účinnosť tienenia bez prania a po vypraní materiálov.

Teoretická časť bola zameraná na problematiku elektromagnetického smogu, ako vzniká, jeho nepriaznivé účinky na ľudský organizmus a možnosti ochrany tieniacimi textíliami. Boli popísané používané materiály a ich vlastnosti, ktoré zabezpečujú ochranu proti elektromagnetickému smogu. Ďalej bol popísaný prieskum trhu bytových a odevných textílií chrániacich pred elektromagnetickým smogom. Boli popísané úžitkové a spracovateľské vlastnosti týchto textílií, vplyv ochrany na ich štruktúru, spôsoby testovania účinnosti elektromagnetického smogu a údržba týchto textílií.

Experimentálna časť bola zameraná na vybrané úžitkové vlastnosti textílií zabezpečujúcich ochranu proti elektromagnetickému smogu. Textilné materiály pre experiment boli vyrobené nemeckou firmou YSHIELD GmbH & Co. KG a zakúpené Mgr. Romanom Muselíkom. Každý študovaný textilný materiál mal odlišné materiálové zloženie s rôznym obsahom kovového vlákna, ktoré je dôležité z hľadiska účinnosti tienenia. Jediné, čo materiály majú spoločné je účel použitia. Slúžia ako bytové textílie – závesy.

Ako prvý experiment bola prevedená účinnosť tienenia elektromagnetického smogu. Účinnosť tienenia bola meraná podľa normy ASTM D – 4935-99 – Štandardná skúšobná metóda pre meranie účinnosti elektromagnetického tienenia plošných textílií. Táto norma udáva rozsah merania frekvencií elektromagnetického poľa od 30 MHz až do 1,5 GHz. Účinnosť elektromagnetického tienenia bola meraná u každého vzorku na troch miestach a trikrát: bez prania textilných vzorkou, po prvom vypraní a po piatom vypraní textilných vzorkou. Namerané hodnoty boli štatisticky spracované v Microsoft Excel a bol konštruovaný 95% interval spoľahlivosti na hladine $\alpha = 0,05\%$. Pri vyhodnotení dát bolo zistené, že študované textilné materiály sa zhodujú s tým, čo udáva výrobca. Nameraná účinnosť tienenia bola sledovaná na vybraných frekvenčných pásmach, teda hlavne na frekvenčnom pásme 1,5 GHz, ktoré sa približuje vysielacím signálom mobilných

telefónov, apod.. Z hľadiska elektromagnetickej účinnosti tienia pre študované textilné materiály bez prania najvyššiu účinnosť tienia dosahoval textilný materiál SILVER-SILK (cca 57,4 dB pre frekvenčné pásmo 1,5 GHz). Najmenšiu účinnosť tienia dosahoval materiál WEAR (cca 30,4 dB pre frekvenčné pásmo 1,5 GHz). Tieto namerané výsledky boli spôsobené rozdielnym materiálovým zložením a spôsobom výroby textilného materiálu. Po vypraní textilných materiálov sa výsledky príliš nezmenili. U niektorých materiálov sa práním účinnosť tienia nezmenila vôbec, u niektorých sa zmenila minimálne. Len u materiálu SILVER-SILK nastal pokles účinnosti tienia o 9,7 dB. Ale z hľadiska účelu použitia môžeme povedať, že študované textilné materiály slúžia ako závesy a teda ich pranie nie je tak časté ako u odevných textílií a ich účinnosť tienia nebude rýchlo klesať a nezmení sa po dobu niekoľkých rokov. Z celkového porovnania môžeme aj tak za najlepší textilný materiál z hľadiska účinnosti tienia označiť materiál SILVER-SILK a za najhorší materiál WEAR. Pred údržbou aj po údržbe môžeme študované textilné materiály podľa tabuľky č. 6 zaradiť do kategórie 5 – Výborný.

Z vybraných úžitkových vlastností bola ako prvá meraná splývavosť, podľa normy ČSN EN 80 0835 – Skúšanie splývavosti plošných textílií priemetom, ktorá už síce nie je platná ale ešte sa stále používa. Norma, ktorá ju nahradila je ČSN EN ISO 9073-9 – Textílie – Metódy skúšania pre netkané textílie – časť 9: Zisťovanie splývavosti vrátane koeficientu splývavosti. Najvyššiu splývavosť dosiahol materiál STEEL-GRAY, ktorý mal splývavosť 58% a najnižšiu splývavosť mal materiál SILVER-TWIN 23 %, čo je spôsobené ich konštrukčnými vlastnosťami, ktoré na splývavosť majú veľký vplyv.

Ďalej bola meraná pevnosť a ťažnosť študovaných textilných materiálov, podľa normy ČSN EN ISO 13934 – 1(800812) A Textílie – Ťahové vlastnosti plošných textílií. Časť 1, zisťovanie maximálnej sily a ťažnosti pri maximálnej sile pomocou metódy Strip. Ťažnosť bola meraná na jednom textilnom materiáli päťkrát v smere osnovy a päťkrát v smere útku. Materiál s najvyššou pevnosťou v smere osnovy (744,2 N) a v smere útku (429,8 N) je materiál STEEL-TWIN. Materiál s najnižšou pevnosťou v smere osnovy (153,3 N) a v smere útku (136,2 N) je materiál NEW-DAYLITE. Materiál s najvyššou ťažnosťou v smere osnovy (72,3%) je materiál NEW-DAYLITE a materiál s najnižšou ťažnosťou v smere osnovy (10,2%) je materiál STEEL-TWIN. Materiál s najvyššou ťažnosťou v smere útku (26,6%) je materiál SILVER-TWIN a materiál s najnižšou ťažnosťou v smere útku (8,3%) je materiál STEEL-GRAY. Dosiahnuté výsledky

vyplývajú z konštrukčných parametrov tkanín, ktoré sú odlišné v materiálovom zložení, väzbou tkanín, obsahom vodivej komponenty apod.

Ako posledná bola meraná horľavosť textilných materiálov podľa normy ČSN EN ISO 15025 – Ochranné odevy – Ochrana proti teplu a ohni – Metóda skúšania pre obmedzené šírenie plameňa. Pri tejto skúške sa stanovujú vlastnosti pri obmedzenom šírení plameňa textílii umiestnených v zvislej polohe. Skúška sa meria pre každý jeden materiál šesťkrát v smere osnovy a šesťkrát v smere útku.

Pri tejto skúške sa niektoré vzorky textilných materiálov chovali rôzne. Čo je spôsobené tým, že horľavosť môže rôzne ovplyvňovať materiálové zloženie, plošnú hmotnosť, väzbu, dostavu a pod. Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že najkratšiu dobu horenia v smere osnovy (21,06 s) i v smere útku (19,46 s) má materiál NEW-DAYLITE a najdlhšiu dobu horenia v smere osnovy (59,3 s) i v smere útku (45,3 s) má materiál SILVER-TWIN, čo je spôsobené tým, že materiál NEW-DAYLITE je záclonového charakteru a má najnižšiu hustotu. Horel veľmi rýchlo a intenzívne a materiál zhorel celý ako v smere osnovy, tak i v smere útku. Materiál SILVER-TWIN má veľkú plošnú hmotnosť, má väčšiu hrúbku a je hustejšieho charakteru. Horel pomalšie silným ohňom a postupne dohorieval horením.

Z dosiahnutých výsledkov je možné zhodnotiť, že z hľadiska účinnosti tienenia bez údržby i s údržbou je najlepší materiál SILVER-SILK.

Z hľadiska úžitkových vlastností, pri hodnotení najlepšieho materiálu závisí na účelu jeho použitia. Študované textilné materiály sa zaraďujú do bytového textilu a slúžia ako závesy. Z hľadiska splývavosti môžeme za najlepší materiál, označiť materiál STEEL-GRAY. Z hľadiska pevnosti za najlepší materiál, môžeme označiť materiál STEEL-TWIN a z hľadiska nehorľavosti, materiál SILVER-TWIN.

Ak by sme však mali brať do úvahy vlastnosti podľa želania zákazníka, ktorému by záležalo na tom, aby materiál slúžil ako dekorácia, prepúšťal svetlo a na účinnosti tienenia by mu veľmi nezáležalo, mohli by sme mu odporučiť materiál NEW-DAYLITE z dôvodu, že materiál ako jediný zo všetkých slúži ako záclona, nevyzerá veľmi technicky ako niektoré ostatné materiály, keďže je priehľadný a vhodne zapadne do interiéru. Z hľadiska horľavosti by sme ho mohli označiť za rizikový z dôvodu, rýchleho horenia.

Čo sa týka účinnosti tienenia riadi sa do kategórie výborný, splývavosť má tiež dobrú, má však najmenšiu pevnosť ale tá nie je až tak veľmi dôležitá.

Ak by si zákazník želal taký textilný materiál, ktorý má najlepšiu účinnosť tienenia s ohľadom na merané úžitkové vlastnosti, tak by som mu odporúčala materiál SILVER-SILK z dôvodu najlepšej účinnosti tienenia, pretože obsahuje väčšie množstvo strieborných vlákien. Taktiež výsledky meraní ukázali, že má dobré úžitkové vlastnosti, čo vyplýva z materiálového zloženia, hustoty dostavy, typu väzby, spôsobu výroby, čo bolo preukázané na prevedených experimentoch.

Taktiež aj ostatné skúšané textilné materiály sú z hľadiska elektromagnetickej účinnosti tienenia výborné, majú tiež optimálne a vyhovujúce úžitkové vlastnosti a mohli by sa tiež odporúčať. Záleží však, na konkrétnom účele použitia a požiadaviek zákazníka.

Jeden z dôvodov, prečo ochrana proti elektromagnetickému smogu nie je natoľko rozšírená v spoločnosti, je cena ponúkaných materiálov a vhodný výrobca. Niekoľkokrát v minulosti ľudia naleteli „pouličným“ predajcom, ktorí predávali deky chrániace proti elektromagnetickému smogu. Deky a podobné materiály, však nevykazovali žiadne ochranné vlastnosti. Ďalším spomínaným problémom je cena týchto textilných materiálov, ktorá je vysoká a záleží na type kovového vlákna obsiahnutého v textíliách. Je len otázkou, či s pribúdajúcim záujmom sa cena bude znižovať alebo práve naopak.

Literatúra

- [1] Wikipedia: *Elektrosmog* [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrosmog>
- [2] Voxo.eu: *Čo je elektrosmog?* [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: http://www.voxo.eu/elektrosmog/co-je-elektrosmog#.U42fWPl_seh
- [3] Myslík, J.: *Elektromagnetické Pole*. BEN – technická literatura, Praha 2002
- [4] Techmania.cz: *Elektrické pole* [online]. [cit. 2014-02-07]. Dostupné z: http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=456c656b74f8696e612061206d61676e657469736d7573h&key=12
- [5] Fyzika.uniza.sk: *Magnetické pole* [online]. [cit. 2014-02-07]. Dostupné z: <http://fyzika.uniza.sk/sk/zaklady/zaklady/15.pdf>
- [6] Jan.gfxs.cz: *Elektromagnetické spektrum* [online]. [cit. 2014-02-06]. Dostupné z: <http://jan.gfxs.cz/studium/files/optika/spektrum.pdf>
- [7] Janomat.wz.cz: *Elektromagnetické žiarenie a jeho spektrum* [online]. [cit. 2014-02-07]. Dostupné z: http://www.janomt.wz.cz/studmat/EMziarenie_a_jeho_spektrum.pdf
- [8] Wikipedia: *Elektromagnetické žiarenie* [online]. [cit. 2014-09-10]. Dostupné z: http://sk.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetick%C3%A9_%C5%BEiarenie
- [9] Med.muni.cz: *Záření a zdraví* [online]. [cit. 2014-09-10]. Dostupné z: <http://www.med.muni.cz/dokumenty/pdf/zareni.pdf>
- [10] Uvzsr.sk: *OCHRANA PROTI UV ŽIARENÍU* [online]. [cit. 2014-09-10]. Dostupné z: http://www.uvzsr.sk/docs/bkv/info_pre_spotrebitelov/UV_ziarenie_fototypy_dlza_pobytu_na_slnku_ochrana.pdf
- [11] Elektorevue: *Elektromagnetická kompatibilita a stínění* [online]. [cit. 2014-09-12]. Dostupné z: http://dfpch.ujf.cas.cz/~dtlusty/EMC/Elektorevue_2011_22.pdf
- [12] Vysoké učení technické v Brně: *Elektromagnetická kompatibilita* [online]. [cit. 2014-09-12]. Dostupné z: https://home.pilsfree.net/fantom/FEL/EMC/EMC_skripta.pdf
- [13] Haňka, L.: *Teorie elektromagnetického pole*. Praha: SNTL, 1982
- [14] Odbornecasopisy.cz: *EMF a lidské zdraví* [online]. [cit. 2014-03-16]. Dostupné z: http://odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=26149
- [15] Encyklopedie elektromagnetické kompatibility: *Elektromagnetické stínění* [online]. [cit. 2014-09-12]. Dostupné z: <http://www.radio.feec.vutbr.cz/emc/node27.html>
- [16] Klasici.sk: *Elektromagnetické žiarenie* [online]. [cit. 2014-09-12]. Dostupné z: <http://www.klasici.sk/node/223#1d>
- [17] Militký, J.: *Textilní vlákna: klasická a speciální*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002. ISBN 80-7083—644-X
- [18] Prof. Ing. Militký, J.: *Technické textilie*. 1. vydání, Ružomberok 2002, Nadácia pre rozvoj vysokoškolského vzdelávania, ISBN 80-968674-0-7

- [19] University of boras: *Conjugated Polymer-based Conductive Fibers for Smart Textile Applications* [online]. [cit. 2014-09-25]. Dostupné z: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/173652/173652.pdf>
- [20] Havlová, Lucie. *Strategie prodeje interiérových textilií*. Liberec, 2010. Bakalářská práce. TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI.
- [21] Yshield.com: *Fabrics, Curtains* [online]. [cit. 2014-08-10]. Dostupné z: <http://www.yshield.com/fabrics-curtains.html>
- [22] Elektrosmog.voxo.eu: *Tkaniny a záclony - Biele tkaniny – záclony – (VF) VOILE* [online]. [cit. 2014-10-01]. Dostupné z: <http://elektrosmog.voxo.eu/pshop/46-vf-voile.html>
- [23] Vitafit.sk: *Posteľná plachta (prestieradlo) s obsahom medi* [online]. [cit. 2014-08-12]. Dostupné z: <http://www.vitafit.sk/web/AesAngelusPostelnaPlachtaCU.php>
- [24] Wikipedia: *Odev* [online]. [cit. 2014-08-15]. Dostupné z: <http://sk.wikipedia.org/wiki/Odev>
- [25] Song, G., *Improving Comfort in Clothing*, Woodhead Publishing in textiles, 2011
- [26] Livespace [online]. [cit. 2014-09-15]. Dostupné z: http://www.livspace.com.au/contents/en-us/d9_news.html
- [27] e-safewear [online]. [cit. 2014-09-15]. Dostupné z: <http://bt-hotel.com/>
- [28] The EMF safety Superstore [online]. [cit. 2014-09-20]. Dostupné z: <http://www.lessemf.com/emf-shie.html>
- [29] Oděvní materiály – vlastnosti [online]. [cit. 2014-09-21]. Dostupné z: http://www.kod.tul.cz/predmety/ODE/prednasky/ODE_1_LS_2012_OM_vlastnosti.pdf
- [30] Textilní zkušební ústav TZU: *Oblasti zkoušení* [online]. [cit. 2014-09-21]. Dostupné z: <http://www.tzu.cz/oblasti-zkouseni-CZ12343>
- [31] Militký, J. and Křemenáková, D. Prediction of Fabric Thermal Conductivity. In: *Proceedings of 5th International Textile, Clothing & Design Conference. Zagreb, Croatia, 2010.*
- [32] Ortlek, H. G. et al., Investigation of electromagnetic shielding and comfort properties of single jersey fabrics knitted from hybrid yarns containing metal wire, *Tekstil ve Konfeksiyon*, Vol. 2, 2012, pp.90-101
- [33] Vrba, J. – Zpráva měření stínění EM pole pomocí textilních materiálů
- [34] Voxo.eu: *TEXCARE II* [online]. [cit. 2014-09-15]. Dostupné z: <http://elektrosmog.voxo.eu/pshop/44-textcare-ii.html>
- [35] ASTM D – 4935-99 – Standard Test Method for Measuring the Electromagnetic Shielding Effectiveness of Planar Materials. United States.
- [36] *Specified Requirements of Electromagnetic Shielding Textiles* [online]. Committee for Conformity Assessment on Accreditation and Certification of Functional and Technical Textiles. [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: <http://test.ttri.org.tw/certification/images/fa003E.pdf>
- [37] ČSN EN 80 0835, *Zkoušení splývavosti plošných textilií průmětem*, Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1972.

- [38] Ing. Kovačič, V.: *KAPITOLY Z TEXTILNÍHO ZKUŠEBNICTVÍ*, Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004.
- [39] ČSN EN ISO 13934 – 1, *Textilie – Tahové vlastnosti plošných textílií – Část 1: Zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip*, Praha: Český normalizační institut, 1982.
- [40] ČSN EN ISO 15025, *Ochranné oděvy – Ochrana proti teplu a ohni: Metoda zkoušení pro omezené šíření plamene*. Evropská norma: Český normalizační institut, 07/2003.

Zoznam obrázkov

<i>Obr. č. 1: Zdroje elektromagnetického smogu [3]</i>	17
<i>Obr. č. 2: Elektromagnetická vlna [6]</i>	20
<i>Obr. č. 3: Spektrum elektromagnetického žiarenia [8]</i>	21
<i>Obr. č. 4: Ionizujúce a neionizujúce žiarenie [10]</i>	23
<i>Obr. č. 5: Kolmý dopad elektromagnetickej vlny na tieniacu prekážku [13]</i>	31
<i>Obr. č. 6: Odraz a prienik elektromagnetických vln pod rôznym uhlom tieniacou prekážkou [13]</i>	31
<i>Obr. č. 7: Povrchové rezistivity textilných vlákien [17]</i>	34
<i>Obr. č. 8: Tieniaca tkanina [22]</i>	43
<i>Obr. č. 9: Baldachýn [22]</i>	43
<i>Obr. č. 10: Posteľná plachta s obsahom medi [23]</i>	44
<i>Obr. č. 11: Tieniacy koberček [22]</i>	44
<i>Obr. č. 12: Tieniaca tkanina chrániaca pred elektrosmogom [26]</i>	46
<i>Obr. č. 13: Tehotenské oblečenie BE – safe [27]</i>	47
<i>Obr. č. 14: Boxerky [28]</i>	47
<i>Obr. č. 15: Tieniaca čelenka [28]</i>	48
<i>Obr. č. 16: Koaxiálny držiak [33]</i>	56
<i>Obr. č. 17: Meranie pomocou vlnovodu [33]</i>	57
<i>Obr. č. 18: Rozmery vzorku: a) referenčného, b) meraného [35]</i>	65
<i>Obr. č. 19: Schéma zariadenia a znázornenie premietnutej textilnej vzorky [38]</i>	71
<i>Obr. č. 20: Trhací prístroj Testometric</i>	73
<i>Obr. č. 21: Tvar vzorkou pre skúšanie pevnosti a ťažnosti tkanín [39]</i>	74
<i>Obr. č. 22: Zariadenie M233B</i>	82

Zoznam grafov

<i>Graf č. 1: Priemerné hodnoty frekvenčnej závislosti elektromagnetickej účinnosti tienenia, všetkých študovaných materiálov bez prania</i>	<i>67</i>
<i>Graf č. 6: Výsledky splývavosti</i>	<i>72</i>
<i>Graf č. 7: Priemerné hodnoty najvyššej pevnosti v smere osnovy</i>	<i>76</i>
<i>Graf č. 8: Priemerné hodnoty najvyššej ťažnosti v smere osnovy</i>	<i>77</i>
<i>Graf č. 9: Priemerné hodnoty najvyššej pevnosti v smere útku</i>	<i>78</i>
<i>Graf č. 10: Priemerné hodnoty najvyššej ťažnosti v smere útku</i>	<i>79</i>
<i>Graf č. 11: Porovnanie priemerných hodnôt najvyššej pevnosti v smere osnovy a útku</i>	<i>80</i>
<i>Graf č. 12: Porovnanie priemerných hodnôt najvyššej ťažnosti v smere osnovy a útku</i>	<i>80</i>
<i>Graf č. 13: Priemerná doba horenia textilných materiálov v smere osnovy podľa normy</i>	<i>87</i>
<i>Graf č. 14: Priemerná doba horenia textilných materiálov v smere útku podľa normy</i>	<i>90</i>
<i>Graf č. 15: Porovnanie priemerných dôb horenia textilných materiálov v smere osnovy a v smere útku podľa normy ČSN EN ISO 15025</i>	<i>90</i>

Zoznam tabuliek

<i>Tab. 1: Hygienické limity expozícií [14]</i>	<i>27</i>
<i>Tab. 2: Charakteristické maximálne hodnoty expozícií pre ostatné osoby [14].....</i>	<i>28</i>
<i>Tab. 3: Špecifický elektrický odpor pri 65 % relatívnej vlhkosti vzduchu a 20 °C teplote vzduchu [17]</i>	<i>33</i>
<i>Tab. 4: Prehľad výrobcov bytových a odevných textílií chrániacich proti elektrosmogu</i>	<i>49</i>
<i>Tab. 5: Porovnanie priemerných hodnôt a 95% intervalu spoľahlivosti elektromagnetickej účinnosti tienenia pre všetky študované materiály bez prania</i>	<i>66</i>
<i>Tab. 6: Špecifické požiadavky na textílie odolné voči elektromagnetickému smogu pre obecné použitie [36]</i>	<i>68</i>
<i>Tab. 7: Namerané hodnoty splývavosti.....</i>	<i>72</i>
<i>Tab. 8: Ukážka spracovaného protokolu pevnosti a ťažnosti v smere osnovy, materiál NEW-DAYILITE</i>	<i>76</i>
<i>Tab. 9: Ukážka spracovaného protokolu pevnosti a ťažnosti v smere útku, materiál NEW-DAYILITE</i>	<i>78</i>
<i>Tab. 10: Ukážka spracovaného protokolu v smere osnovy materiál NEW-DAYLITE</i>	<i>86</i>
<i>Tab. 11: Ukážka spracovaného protokolu v smere útku materiál NEW-DAYLITE</i>	<i>89</i>

Prílohy

Príloha 1: Priemerné hodnoty a 95 % interval spoľahlivosti elektromagnetickej účinnosti tienenia [dB] pre vybrané frekvencia elektromagnetického poľa

Príloha 2: Vypracované protokoly – pevnosť a ťažnosť

Príloha 3: Vypracované protokoly – horľavosť

Príloha 1: Priemerné hodnoty a 95% interval spoľahlivosti elektromagnetickej účinnosti tienenia [dB] pre vybrané frekvencie elektromagnetického poľa

Materiál NEW-DAYLITE						
Frekvencia [Hz]	Bez prania		Po prvom praní		Po piatom praní	
	SE [dB]	95 % IS	SE [dB]	95 % IS	SE [dB]	95 % IS
3,00 E+07	11,1	1,39	11,9	1,19	25,49	2,67
1,00 E+08	82,4	4,29	92,3	6,86	68,1	8,9
3,00 E+08	13,1	0,28	13,3	0,59	12,1	1,12
6,00 E+08	13,2	0,42	12,9	0,18	13,4	0,44
1,00 E+09	18,9	0,11	19,1	0,30	19,2	0,30
1,50 E+09	34,8	0,21	36	1,07	35,7	3,30

Materiál WEAR						
Frekvencia [Hz]	Bez prania		Po prvom praní		Po piatom praní	
	SE [dB]	95 % IS	SE [dB]	95 % IS	SE [dB]	95 % IS
3,00 E+07	64,2	7,24	65,5	0,14	51,5	13,9
1,00 E+08	58	2,38	58,7	0,89	62	5,29
3,00 E+08	11,2	0,24	10,6	0,18	10,8	0,41
6,00 E+08	16,5	0,19	15,7	0,09	16,7	0,42
1,00 E+09	18,5	0,18	18	0,14	18,6	0,23
1,50 E+09	30,4	0,05	29,1	0,19	30,8	0,65

Materiál SILVER SILK						
Frekvencia [Hz]	Bez prania		Po prvom praní		Po piatom praní	
	SE [dB]	95 % IS	SE [dB]	95 % IS	SE [dB]	95 % IS
3,00 E+07	54,9	0,69	52,6	0,99	45,4	0,65
1,00 E+08	54,9	0,72	54	0,88	45,7	0,64
3,00 E+08	55,3	0,74	55,3	0,82	46,2	0,56
6,00 E+08	56,5	0,24	54,2	0,1	46,5	0,40
1,00 E+09	57,3	0,37	54,9	0,56	47,2	0,71
1,50 E+09	57,4	0,09	55,4	0,45	47,7	0,56

Materiál SILVER-TWIN						
Frekvencia [Hz]	Bez prania		Po prvom praní		Po piatom praní	
	SE [dB]	95 % IS	SE [dB]	95 % IS	SE [dB]	95 % IS
3,00 E+07	59,6	0,14	53,3	1,59	51,2	0,56
1,00 E+08	57,9	1,07	52,9	0,40	51,8	0,67
3,00 E+08	55,8	0,47	52,7	0,48	52	0,67
6,00 E+08	55,4	0,59	53,1	0,33	51,8	0,40
1,00 E+09	55,6	0,16	53,03	0,77	51,9	0,37
1,50 E+09	54,4	0,14	53,6	0,29	52,7	0,53

Materiál STEEL-TWIN						
Frekvencia [Hz]	Bez prania		Po prvom praní		Po piatom praní	
	SE [dB]	95 % IS	SE [dB]	95 % IS	SE [dB]	95 % IS
3,00 E+07	13,5	1,17	13,1	0,55	11,4	0,38
1,00 E+08	20,4	0,84	19,9	0,55	19,4	0,38
3,00 E+08	26,7	1,26	26,6	0,54	26,8	0,43
6,00 E+08	30,4	1,44	30,3	0,55	30,5	0,41
1,00 E+09	32,9	1,39	33,2	0,69	33,6	0,40
1,50 E+09	34,9	1,01	35,1	0,42	35,6	0,37

Materiál STEEL-GRAY						
Frekvencia [Hz]	Bez prania		Po prvom praní		Po piatom praní	
	SE [dB]	95 % IS	SE [dB]	95 % IS	SE [dB]	95 % IS
3,00 E+07	23,1	2,5	15,1	1,47	12,1	0,51
1,00 E+08	26,6	1,24	23	0,61	21,5	0,19
3,00 E+08	31,6	0,91	29,3	0,41	28,6	0,05
6,00 E+08	35,3	0,65	34,1	0,37	34,1	0,24
1,00 E+09	36,7	0,02	36,2	0,34	36,1	0,24
1,50 E+09	38,3	0,19	38,3	0,14	38	0,16

Příloha 2: Vypracované protokoly – pevnost a ťažnost

ČSN EN ISO 13934-1		Dátum: 2.12.2014	
Rýchlosť skúšky: 100 mm/min		Vzorky: 50 x 200 mm	
Predpätie: 2N		Upínacia dĺžka l ₀ : 200 mm	
WEAR			
Osnova	Najvyššia pevnosť F max [N]	Predĺženie pri najvyššej pevnosti Δ l [mm]	Ťažnosť pri najvyššej pevnosti ε [%]
1.	727,900	38,996	19,143
2.	749,800	39,381	19,270
3.	631,600	37,092	18,200
4.	682,600	37,854	18,583
5.	586,900	35,861	17,567
Priemer	675,760	18,553	18,553
Rozptyl	4523,369	2,047	0,49
Smerodajná odchýlka	67,256	1,431	0,700
Variačný koeficient	9,953	3,781	3,772
Minimum	586,900	35,861	17,567
Maximum	749,800	39,381	19,270

ČSN EN ISO 13934-1		Dátum: 2.12.2014	
Rýchlosť skúšky: 100 mm/min		Vzorky: 50 x 200 mm	
Predpätie: 2N		Upínacia dĺžka l ₀ : 200 mm	
WEAR			
Útok	Najvyššia pevnosť F max [N]	Predĺženie pri najvyššej pevnosti Δ l [mm]	Ťažnosť pri najvyššej pevnosti ε [%]
1.	251,580	18,911	9,407
2.	297,000	20,736	10,301
3.	224,050	20,294	10,078
4.	229,360	18,176	9,034
5.	218,660	17,506	8,705
Priemer	244,130	19,125	9,505
Rozptyl	1030,217	1,882	0,458
Smerodajná odchýlka	32,097	1,372	0,677
Variačný koeficient	13,147	7,175	7,122
Minimum	218,660	17,506	8,705
Maximum	297,000	20,736	10,301

ČSN EN ISO 13934-1		Dátum: 2.12.2014	
Rýchlosť skúšky: 100 mm/min		Vzorky: 50 x 200 mm	
Predpätie: 2N		Upínacia dĺžka l ₀ : 200 mm	
SILVER-SILK			
Osnova	Najvyššia pevnosť F _{max} [N]	Predĺženie pri najvyššej pevnosti Δl [mm]	Ťažnosť pri najvyššej pevnosti ε [%]
1.	214,850	27,239	13,593
2.	317,300	45,322	22,627
3.	330,640	46,351	23,131
4.	324,870	44,809	22,346
5.	294,410	38,776	19,342
Priemer	296,414	40,499	20,208
Rozptyl	2268,522	63,728	15,864
Smerodajná odchýlka	47,629	7,983	3,983
Variačný koeficient	16,068	19,711	19,713
Minimum	214,850	27,239	13,593
Maximum	330,640	46,351	23,131

ČSN EN ISO 13934-1		Dátum: 2.12.2014	
Rýchlosť skúšky: 100 mm/min		Vzorky: 50 x 200 mm	
Predpätie: 2N		Upínacia dĺžka l ₀ : 200 mm	
SILVER-SILK			
Útok	Najvyššia pevnosť F max [N]	Predĺženie pri najvyššej pevnosti Δ l [mm]	Ťažnosť pri najvyššej pevnosti ε [%]
1.	220,590	34,022	16,972
2.	171,450	33,396	16,620
3.	221,400	35,388	17,647
4.	254,040	42,320	21,103
5.	266,280	43,700	21,783
Priemer	226,752	37,765	18,825
Rozptyl	1509,400	23,678	5,905
Smerodajná odchýlka	36,851	4,866	2,430
Variačný koeficient	16,252	12,885	12,909
Minimum	171,450	33,396	16,620
Maximum	266,280	43,700	21,783

ČSN EN ISO 13934-1		Dátum: 2.12.2014	
Rýchlosť skúšky: 100 mm/min		Vzorky: 50 x 200 mm	
Predpätie: 2N		Upínacia dĺžka l ₀ : 200 mm	
SILVER-TWIN			
Osnova	Najvyššia pevnosť F max [N]	Predĺženie pri najvyššej pevnosti Δ l [mm]	Ťažnosť pri najvyššej pevnosti ε [%]
1.	562,800	24,690	12,318
2.	547,200	24,222	12,073
3.	532,400	23,978	11,920
4.	516,500	23,937	11,922
5.	548,300	23,445	11,680
Priemer	541,440	24,054	11,983
Rozptyl	310,041	0,206	0,054
Smerodajná odchýlka	17,608	0,454	0,234
Variačný koeficient	3,252	1,886	1,957
Minimum	516,500	23,445	11,680
Maximum	562,800	24,690	12,318

ČSN EN ISO 13934-1		Dátum: 2.12.2014	
Rýchlosť skúšky: 100 mm/min		Vzorky: 50 x 200 mm	
Predpätie: 2N		Upínacia dĺžka l ₀ : 200 mm	
SILVER-TWIN			
Útok	Najvyššia pevnosť F max [N]	Predĺženie pri najvyššej pevnosti Δ l [mm]	Ťažnosť pri najvyššej pevnosti ε [%]
1.	271,900	47,575	23,679
2.	278,870	68,530	34,109
3.	260,940	50,736	25,240
4.	277,190	60,261	29,924
5.	258,870	39,922	19,879
Priemer	269,554	53,405	26,566
Rozptyl	84,732	124,657	30,747
Smerodajná odchýlka	9,205	11,165	5,545
Variačný koeficient	3,415	20,907	20,871
Minimum	258,870	39,922	19,879
Maximum	278,870	68,530	34,109

ČSN EN ISO 13934-1		Dátum: 2.12.2014	
Rýchlosť skúšky: 100 mm/min		Vzorky: 50 x 200 mm	
Predpätie: 2N		Upínacia dĺžka l ₀ : 200 mm	
STEEL-TWIN			
Osnova	Najvyššia pevnosť F max [N]	Predĺženie pri najvyššej pevnosti Δ l [mm]	Ťažnosť pri najvyššej pevnosti ε [%]
1.	722,100	20,353	10,150
2.	734,500	20,997	10,414
3.	739,900	20,433	10,184
4.	770,200	20,977	10,462
5.	754,100	20,068	10,003
Priemer	744,160	20,566	10,243
Rozptyl	343,732	0,166	0,036
Smerodajná odchýlka	18,540	0,408	0,191
Variačný koeficient	2,491	1,984	1,869
Minimum	722,100	20,068	10,003
Maximum	770,200	20,997	10,462

ČSN EN ISO 13934-1		Dátum: 2.12.2014	
Rýchlosť skúšky: 100 mm/min		Vzorky: 50 x 200 mm	
Predpätie: 2N		Upínacia dĺžka l ₀ : 200 mm	
STEEL-TWIN			
Útok	Najvyššia pevnosť F max [N]	Predĺženie pri najvyššej pevnosti Δ l [mm]	Ťažnosť pri najvyššej pevnosti ε [%]
1.	456,350	24,510	12,182
2.	391,410	23,154	11,502
3.	426,190	22,444	11,160
4.	418,210	24,260	12,074
5.	456,980	24,325	12,068
Priemer	429,828	23,739	11,797
Rozptyl	766,182	0,806	0,198
Smerodajná odchýlka	27,680	0,898	0,445
Variačný koeficient	6,440	3,784	3,771
Minimum	391,410	22,444	11,160
Maximum	456,980	24,510	12,182

ČSN EN ISO 13934-1		Dátum: 2.12.2014	
Rýchlosť skúšky: 100 mm/min		Vzorky: 50 x 200 mm	
Predpätie: 2N		Upínacia dĺžka l ₀ : 200 mm	
STEEL-GRAY			
Osnova	Najvyššia pevnosť F max [N]	Predĺženie pri najvyššej pevnosti Δ l [mm]	Ťažnosť pri najvyššej pevnosti ε [%]
1.	427,420	23,752	11,833
2.	503,820	27,613	13,774
3.	504,430	28,458	14,191
4.	514,300	29,574	14,752
5.	479,570	27,254	13,591
Priemer	485,908	27,330	13,628
Rozptyl	1232,712	4,800	1,206
Smerodajná odchýlka	35,111	2,191	1,098
Variačný koeficient	7,226	8,015	8,058
Minimum	427,420	23,752	11,833
Maximum	514,300	29,574	14,752

ČSN EN ISO 13934-1		Dátum: 2.12.2014	
Rýchlosť skúšky: 100 mm/min		Vzorky: 50 x 200 mm	
Predpätie: 2N		Upínacia dĺžka l ₀ : 200 mm	
STEEL-GRAY			
Útok	Najvyššia pevnosť F max [N]	Predĺženie pri najvyššej pevnosti Δ l [mm]	Ťažnosť pri najvyššej pevnosti ε [%]
1.	148,870	16,683	8,308
2.	143,410	16,275	8,101
3.	140,600	16,428	8,176
4.	153,200	17,035	8,479
5.	139,680	16,783	8,357
Priemer	145,152	16,641	8,284
Rozptyl	33,074	0,088	0,022
Smerodajná odchýlka	5,751	0,298	0,149
Variačný koeficient	3,962	1,794	1,802
Minimum	139,680	16,275	8,101
Maximum	153,200	17,035	8,479

Příloha 3: Vypracované protokoly – horľavosť

ČSN EN ISO 15205					Dátum: 5.12.2014		
Typ plynu: propan-butan					Vzorky: 160 x 200 mm		
WEAR							
Po dĺžke (po osnove)	Doba horenia plameňom [s]	Doba dohorievania spaľovaním [s]	Horiace zvyšky	Výskyt zvyškov horenia	Vytvorenie diery min. 5 mm	Plameň dosiahol okraje vzorku	Spaľovanie mimo pôsobenia ohňa
1.	48	33	-	áno	áno	áno	áno
2.	49,5	31	-	áno	áno	áno	áno
3.	46,8	35	-	áno	áno	áno	áno
4.	48,6	37	-	áno	áno	áno	áno
5.	47,2	33	-	áno	áno	áno	áno
6.	49	34	-	áno	áno	áno	áno
Priemer	48,18	33,83	-	-	-	-	-
Rozptyl	0,91	3,47	-	-	-	-	-
Smerodajná odchýlka	0,96	1,86	-	-	-	-	-
Variačný koeficient [%]	1,98	5,51	-	-	-	-	-

ČSN EN ISO 15205					Dátum: 5.12.2014		
Typ plynu: propan-butan					Vzorky: 160 x 200 mm		
WEAR							
Po šírke (po útku)	Doba horenia plameňom [s]	Doba dohorievania spaľovaním [s]	Horiace zvyšky	Výskyt zvyškov horenia	Vytvorenie diery min. 5 mm	Plameň dosiahol okraje vzorku	Spaľovanie mimo pôsobenia ohňa
1.	31	36,2	-	áno	áno	áno	áno
2.	30	36	-	áno	áno	áno	áno
3.	31,2	36,8	-	áno	áno	áno	áno
4.	32	35,7	-	áno	áno	áno	áno
5.	31,5	37,2	-	áno	áno	áno	áno
6.	32,4	36,6	-	áno	áno	áno	áno
Priemer	31,35	36,4	-	-	-	-	-
Rozptyl	0,58	0,25	-	-	-	-	-
Smerodajná odchýlka	0,76	0,50	-	-	-	-	-
Variačný koeficient [%]	2,44	1,38	-	-	-	-	-

ČSN EN ISO 15205					Dátum: 5.12.2014		
Typ plynu: propan-butan					Vzorky: 160 x 200 mm		
SILVER-SILK							
Po dĺžke (po osnove)	Doba horenia plameňom [s]	Doba dohorievania spaľovaním [s]	Horiace zvyšky	Výskyt zvyškov horenia	Vytvorenie diery min. 5 mm	Plameň dosiahol okraje vzorku	Spaľovanie mimo pôsobenia ohňa
1.	35	-	áno	áno	áno	áno	áno
2.	35,3	-	áno	áno	áno	áno	áno
3.	35,8	-	áno	áno	áno	áno	áno
4.	37,1	-	áno	áno	áno	áno	áno
5.	36,5	-	áno	áno	áno	áno	áno
6.	36,2	-	áno	áno	áno	áno	áno
Priemer	35,98	0,0	-	-	-	-	-
Rozptyl	0,50	0,0	-	-	-	-	-
Smerodajná odchýlka	0,71	0,0	-	-	-	-	-
Variačný koeficient [%]	1,97	0,0	-	-	-	-	-

ČSN EN ISO 15205					Dátum: 5.12.2014		
Typ plynu: propan-butan					Vzorky: 160 x 200 mm		
SILVER-SILK							
Po šírke (po útku)	Doba horenia plameňom [s]	Doba dohorievania spaľovaním [s]	Horiace zvyšky	Výskyt zvyškov horenia	Vytvorenie diery min. 5 mm	Plameň dosiahol okraje vzorku	Spaľovanie mimo pôsobenia ohňa
1.	25	-	áno	áno	áno	áno	áno
2.	24	-	áno	áno	áno	áno	áno
3.	24,9	-	áno	áno	áno	áno	áno
4.	26,2	-	áno	áno	áno	áno	áno
5.	25,5	-	áno	áno	áno	áno	áno
6.	27,3	-	áno	áno	áno	áno	áno
Priemer	25,48	0,0	-	-	-	-	-
Rozptyl	1,09	0,0	-	-	-	-	-
Smerodajná odchýlka	1,04	0,0	-	-	-	-	-
Variačný koeficient [%]	4,11	0,0	-	-	-	-	-

ČSN EN ISO 15205					Dátum: 5.12.2014		
Typ plynu: propan-butan					Vzorky: 160 x 200 mm		
SILVER-TWIN							
Po dĺžke (osnove)	Doba horenia plameňom [s]	Doba dohorievania spaľovaním [s]	Horiace zvyšky	Výskyt zvyškov horenia	Vytvorenie diery min. 5 mm	Plameň dosiahol okraje vzorku	Spaľovanie mimo pôsobenia ohňa
1.	60,07	-	áno	-	áno	áno	áno
2.	58	-	áno	-	áno	áno	áno
3.	60,02	-	áno	-	áno	áno	áno
4.	59,3	-	áno	-	áno	áno	áno
5.	58,5	-	áno	-	áno	áno	áno
6.	59,9	-	áno	-	áno	áno	áno
Priemer	59,30	0,0	-	-	-	-	-
Rozptyl	0,63	0,0	-	-	-	-	-
Smerodajná odchýlka	0,79	0,0	-	-	-	-	-
Variačný koeficient [%]	1,34	0,0	-	-	-	-	-

ČSN EN ISO 15205					Dátum: 5.12.2014		
Typ plynu: propan-butan					Vzorky: 160 x 200 mm		
SILVER-TWIN							
Po šírke (po útku)	Doba horenia plameňom [s]	Doba dohorievania spaľovaním [s]	Horiace zvyšky	Výskyt zvyškov horenia	Vytvorenie diery min. 5 mm	Plameň dosiahol okraje vzorku	Spaľovanie mimo pôsobenia ohňa
1.	44	8	áno	-	áno	áno	áno
2.	44,5	5,5	áno	-	áno	áno	áno
3.	45,6	7,6	áno	-	áno	áno	áno
4.	46,8	6	áno	-	áno	áno	áno
5.	46,2	7,2	áno	-	áno	áno	áno
6.	45,5	8,5	áno	-	áno	áno	áno
Priemer	45,43	7,13	-	-	-	-	-
Rozptyl	0,90	1,13	-	-	-	-	-
Smerodajná odchýlka	0,95	1,06	-	-	-	-	-
Variačný koeficient [%]	2,09	14,92	-	-	-	-	-

ČSN EN ISO 15205					Dátum: 5.12.2014		
Typ plynu: propan-butan					Vzorky: 160 x 200 mm		
STEEL-TWIN							
Po dĺžke (po osnove)	Doba horenia plameňom [s]	Doba dohorievania spaľovaním [s]	Horiace zvyšky	Výskyt zvyškov horenia	Vytvorenie diery min. 5 mm	Plameň dosiahol okraje vzorku	Spaľovanie mimo pôsobenia ohňa
1.	60,22	62,14	nie	nie	nie	áno	áno
2.	60,05	61,52	nie	nie	nie	áno	áno
3.	59,5	61,36	nie	nie	nie	áno	áno
4.	58,3	60,22	nie	nie	nie	áno	áno
5.	58	60,10	nie	nie	nie	áno	áno
6.	58,4	60,21	nie	nie	nie	áno	áno
Priemer	59,08	60,92	-	-	-	-	-
Rozptyl	0,77	0,62	-	-	-	-	-
Smerodajná odchýlka	0,88	0,78	-	-	-	-	-
Variačný koeficient [%]	1,49	1,29	-	-	-	-	-

ČSN EN ISO 15205					Dátum: 5.12.2014		
Typ plynu: propan-butan					Vzorky: 160 x 200 mm		
STEEL-TWIN							
Po šírke (po útku)	Doba horenia plameňom [s]	Doba dohorievania spaľovaním [s]	Horiace zvyšky	Výskyt zvyškov horenia	Vytvorenie diery min. 5 mm	Plameň dosiahol okraje vzorku	Spaľovanie mimo pôsobenia ohňa
1.	33	60,25	nie	nie	nie	áno	áno
2.	35,6	61,02	nie	nie	nie	áno	áno
3.	34,3	60,42	nie	nie	nie	áno	áno
4.	33,9	60,25	nie	nie	nie	áno	áno
5.	34,8	60,44	nie	nie	nie	áno	áno
6.	35,2	60,50	nie	nie	nie	áno	áno
Priemer	34,46	60,48	-	-	-	-	-
Rozptyl	0,73	0,67	-	-	-	-	-
Smerodajná odchýlka	0,86	0,26	-	-	-	-	-
Variačný koeficient [%]	2,49	0,43	-	-	-	-	-

ČSN EN ISO 15205					Dátum: 5.12.2014		
Typ plynu: propan-butan					Vzorky: 160 x 200 mm		
STEEL-GRAY							
Po dĺžke (osnove)	Doba horenia plameňom [s]	Doba dohorievania spaľovaním [s]	Horiace zvyšky	Výskyt zvyškov horenia	Vytvorenie diery min. 5 mm	Plameň dosiahol okraje vzorku	Spaľovanie mimo pôsobenia ohňa
1.	38,9	3	nie	nie	nie	áno	nie
2.	38,6	3	nie	nie	nie	áno	nie
3.	39,6	4	nie	nie	nie	áno	nie
4.	39,3	3	nie	nie	nie	áno	nie
5.	40,2	8	nie	nie	nie	áno	nie
6.	37,9	3	nie	nie	nie	áno	nie
Priemer	39,08	4	-	-	-	-	-
Rozptyl	0,54	3,33	-	-	-	-	-
Smerodajná odchýlka	0,73	1,82	-	-	-	-	-
Variačný koeficient [%]	1,87	45,64	-	-	-	-	-

ČSN EN ISO 15205					Dátum: 5.12.2014		
Typ plynu: propan-butan					Vzorky: 160 x 200 mm		
STEEL-GRAY							
Po šírke (po útku)	Doba horenia plameňom [s]	Doba dohorievania spaľovaním [s]	Horiace zvyšky	Výskyt zvyškov horenia	Vytvorenie diery min. 5 mm	Plameň dosiahol okraje vzorku	Spaľovanie mimo pôsobenia ohňa
1.	25	2	nie	nie	nie	áno	nie
2.	25,5	2	nie	nie	nie	áno	nie
3.	22,2	3	nie	nie	nie	áno	nie
4.	19,8	3	nie	nie	nie	áno	nie
5.	24,3	5	nie	nie	nie	áno	nie
6.	23	5	nie	nie	nie	áno	nie
Priemer	23,3	3,33	-	-	-	-	-
Rozptyl	3,71	1,55	-	-	-	-	-
Smerodajná odchýlka	1,93	1,24	-	-	-	-	-
Variačný koeficient [%]	8,27	37,41	-	-	-	-	-